

Gert Haubensak

Ein theoretisch-experimenteller Beitrag
zum Problem der geometrisch-optischen
Täuschungen

1966



Digitized by the Internet Archive
in 2026



P s y c h o l o g i e

Ein theoretisch-experimenteller Beitrag
zum Problem der geometrisch-optischen
Täuschungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der
P h i l o s o p h i s c h e n F a k u l t ä t
der
Westfälischen Wilhelms- Universität
zu
Münster (Westf.)

vorgelegt von
Gert Haubensak
aus
Reutlingen (Bad.-Württ.)

1966

Tag der mündlichen Prüfung: 29.7.1966

Dekan: Prof.Dr.P.Hartmann

Referent: Prof.Dr.W.Witte

Korreferent: Prof.Dr.Dr.hc Metzger

Phototechnische Zentralstelle
der Westfälischen-Wilhelms-Universität
zu Münster/Westf.

Inhaltsverzeichnis

1. Kapitel:	Das Ausgangsproblem	
1.	Versuchsprogramm	2
2.	Der empirische Geltungsbereich der Gleichung der Symmetrietäuschungen	9
3.	Das Problem der "bezogenen phänomenalen Größen"	11
4.	Der beschränkte Geltungsbereich der Gleichung der Symmetrietäuschung als methodisches Problem	18
2. Kapitel:	Aufstellung quantitativer Hypothesen	
1.	Natürliche und willkürliche Thematik von Figurteilen	23
3. Kapitel:	Überlegungen zum Täuschungsbegriff	
1.	Einführung	35
2.	Eine andere Definition geometrisch-optischer Täuschungen	38
4. Kapitel:	Aufstellung quantitativer Hypothesen-Fortsetzung	
1.	Die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Maßverhältnissen der "fundamentalen Kontrastfigur" und der phänomenalen Größe der Mittelstrecke	48
2.	Historischer Exkurs	53
3.	Die Beschaffenheit der Indikatorwerte des Nahreizmusters	57
4.	Die Beziehungen zwischen Umgebungseigenschaften, Reiztopographie und Sehferne nach KLIJ	60

5. Die Theorie der geometrisch-optischen Täuschungen von KLIX	66
6. Die Rückführung der "fundamentalen Kontrastfigur" in einen euklidisch-kartesischen Unterraum	78
7. Formulierung einer Hypothese über den wertmäßigen Verlauf der "fundamentalen Kontrasttäuschung"	82

5. Kapitel: Die Befunde

1. Die Verteilerfunktion p des veränderten funktionalen Zusammenhangs der Mittelstrecke	86
2. Wertung der Befunde	96
3. Zusammenstellung der Hypothesen von KLIX und unserer eigenen Annahmen	

Anhang:

1. Die Bestimmung der Täuschungsbeträge	105
2. Der Einfluss der Darbietungsfläche auf die Täuschungsbeträge der Kontrasttäuschung	109

Literaturverzeichnis	110
----------------------	-----

1. Kapitel

Das Ausgangsproblem

1. Das Versuchsprogramm

In Versuchen, in denen eine Reihe von Horizontalstrichen mit absoluten Kategorien, z.B. "groß" - "mittel" - "klein", auf ihre Größe hin zu beurteilen war, fand HELLER (1.a), daß die Kategorien gleich große Längenabschnitte einnahmen, wenn er die Striche auf einem Papierbogen horizontal bunt verteilt darbot. Ordnete er die Striche dagegen so an, daß ihre Mittelsenkrechten auf einer gemeinsamen Achse lagen (siehe Abb.1.a u.b), so wurden die Längenabschnitte ungleich. "Groß" nahm einen breiteren Raum ein als "mittel" und "mittel" wiederum einen breiteren als "klein". Die Grenze zwischen "groß" und "mittel" oder "mittel" und "klein" wurde "Zäsur" genannt.

Da aufgrund wiederholter Kategorisierungsversuche mit nicht axialsymmetrisch angeordneten Strichen die Größengleichheit der Kategorien auf der Längenskala als gesichert betrachtet werden konnte, schien eine Ausnahme in dem oben beschriebenen Fall der Axialsymmetrie nicht recht glaubhaft.

Es war anzunehmen, daß die Kategorien auch bei axialsymmetrischer Lagerung der Striche gleich groß sind und nur durch die Beziehungen auf die physikalisch gemessenen Strichlängen ungleich groß erschienen, die physikalisch gemessenen Längen aber auch gar nicht den anschaulichen Eindruck wiedergeben, den die Vpn von den Strichlängen haben; es war m.a.W. das Vorliegen einer geometrisch-optischen Täuschung zu vermuten.

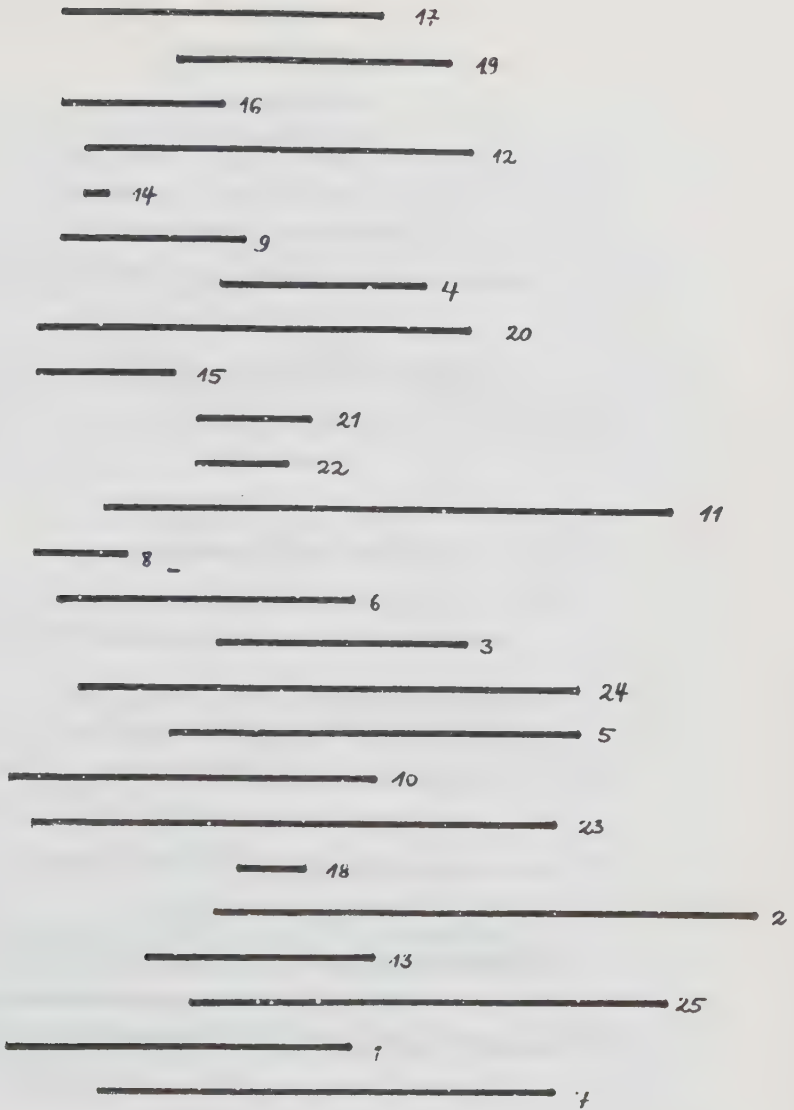
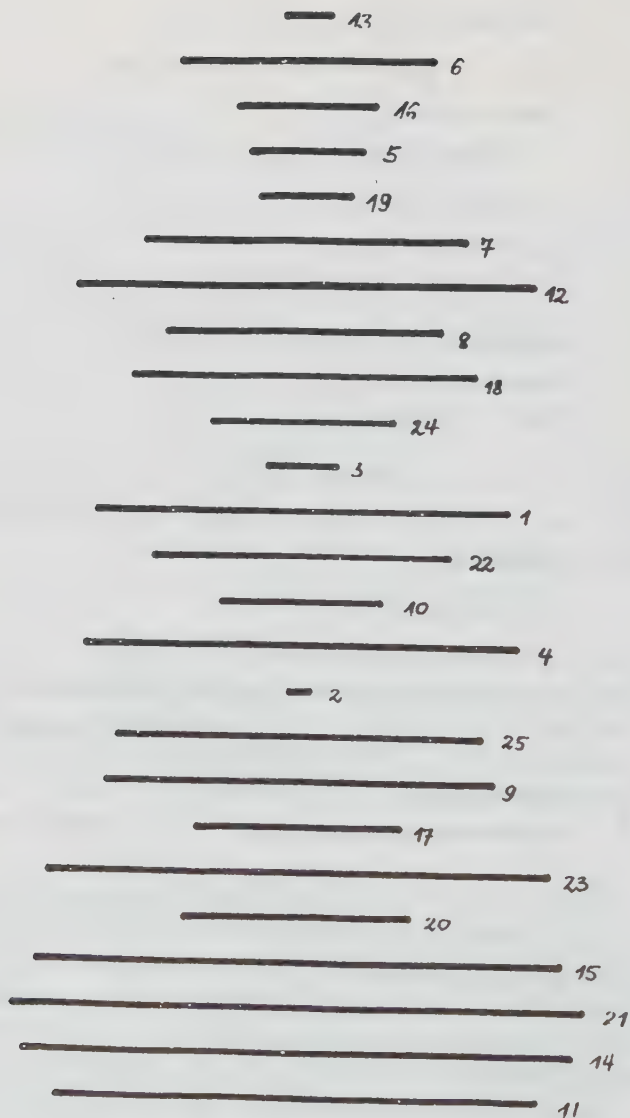


ABB. 1 a) BUNTE STRICHANORDNUNG



AB5 1.b)

AXIALSYMMETRISCHE STRICHANORDNUNG
(HELLERSCHE SYMMETRIETAFEL)

Die Gleichung, welche die auf der physikalischen Längenskala bestehende Ungleichabständigkeit in die nach den Ergebnissen der Kategorisierungsexperimente mit bunt verteilten Horizontalstrichen zu erwartende Gleichabständigkeit überführte, wurde von HELLER (1.a) und WITTE (2.a) gefunden.

Die Gleichung besagt: Wenn horizontale Striche bunter Anordnung in eine axialsymmetrische Anordnung überführt werden, so gehen die Kategorienzäsuren z auf der physikalischen Längenskala über in

$$s = \frac{z}{c - z (c - 1)} \quad (1),$$

wobei c eine Konstante bedeutet, die Werte zwischen 1 und 2 annehmen kann.

Da laut Annahme z als auf den größten Strich der Strichmannigfaltigkeit bezogener Wert der gleiche bleiben soll, im Symmetriefall auf der physikalischen Längenskala allerdings

$$z = \frac{c s}{(c - 1) s + 1} \quad (1.a)$$

ist, muß angenommen werden, daß die veränderten Verhältnisse auf der physikalischen Längenskala von Abweichungen der phänomenalen Strichgröße von der physikalisch gemessenen herrühren, die, wenn z gleich bleiben soll, genau

$$y = \frac{c x}{(c - 1) x + 1} \quad (2)$$

betragen müssen. y sei die phänomenale, x die gemessene Strichgröße. Es handelt sich um eine Hyperbelfunktion.

Der fällige Nachweis der auf diese Weise prognostizierten geometrisch-optischen Täuschung, der sogen. "Symmetrietäuschung", mit herkömmlichen psychophysischen Verfahren wurde LEGEWIE (unveröffentl.Zul.arb. z.Dipl.-Vorprüf.Tübingen 1960,zit.in WITTE, 2.a p.458) geführt, indem er jeden einzelnen Strich der HELLERschen Symmetrietafel mit isoliert liegenden auf-bzw.absteigend angeordneten Horizontalstrichen nacheinander vergleichen ließ und aus den beiden Prozeduren die ihm durchschnittlich äquivalente Größe bestimmte, also eine unter dem Namen "Grenzverfahren" bekannte psychophysische Methode verwandte.

Es galt nun den Gültigkeitsbereich der Funktionsgleichung (2) zu erkunden. Um das fehlende empirische Material zu beschaffen, wurden in den Jahren 1960 - 1963 am Tübinger Psychologischen Institut zahlreiche Zulassungsarbeiten zur Diplom-Vorprüfung (sämtliche unveröffentlicht) über geometrisch-optische Täuschungen vergeben.

Als erstes war wichtig zu wissen, ob die gefundene Gleichung sich nur auf Fälle von Axialsymmetrie oder aber auch auf Radialsymmetrie anwenden ließ. Zu diesem Zweck wurde eine aus maximal sechs konzentrischen Kreisen bestehende Figur, eine Abart der DELBOEUFschen Figur, mit dem Konstanzverfahren untersucht (GASSETT).

Weiterhin interessierte, ob die gefundene Gleichung auch dann noch gilt, wenn die die Symmetrie so augenfällig machende Häufung gleichartiger Elemente verringert wird. So wurden beispielsweise die ur-

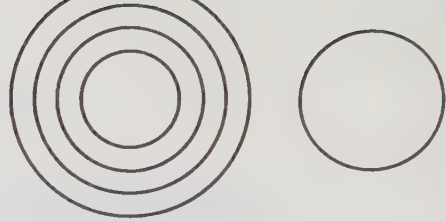
sprünglich 25 Striche der HELLERSchen Tafel auf zwei reduziert (KIOTSOUKIS), Ihr Abstand auch noch auf Null verringert, so daß sie aufeinander zu liegen kamen (HAUBENSAK), dabei asymmetrisch zueinander verschoben (ROSER) und schließlich wurde die Länge der aufliegenden Strecke auf Null reduziert, so daß nur noch ein Unterteilungsstrich übrig blieb und eine einmal unterteilte Strecke entstand (ROTHÖFFT, WAMSGANSS). In Abb. 2 sind einige der in Tübingen untersuchten Modifikationen der HELLERSchen Symmetrietafel wiedergegeben.

Um sicherzugehen, daß die gefundene geometrisch-optische Täuschung nicht durch das besondere "Material", nämlich Striche, verursacht wird, sondern durch die Symmetrie der Anordnung, wurden anstatt symmetrisch gelagerter Striche auch in einigem Abstand nebeneinanderliegende Rechtecke (NAGEL) und Kreissektoren (LENNERTZ) dargeboten.

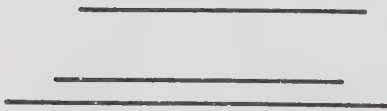
Ohne daß dies beabsichtigt gewesen wäre, ergaben sich durch diese Modifikationen der HELLERSchen Tafel bekannte und z.T. schon klassische Täuschungsmuster. Einige von ihnen stammen noch von Müller-Lyer (3), darunter auch die im folgenden behandelte "fundamentale Kontrastfigur" - zwei aufeinanderliegende, horizontale, durch Trennstriche abgeteilte Strecken mit gemeinsamer Mittelachse -, andere von WUNDT, DELBOEUF und HÖFLER.



HAUBENSAK
(nach MÜLLER-LYER)



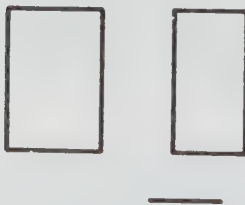
GASSET
(nach DELBOEUF)



KIOTSOUKIS
(nach MÜLLER-LYER)



ROSER



NAGEL
(nach MÜLLER-LYER)



LENNERTZ
(nach WUNDT)

Abb. 2 MODIFIKATIONEN DER SYMMETRIETAFEL

Zur Demonstration der geometrisch-optischen Täuschungen ad oculos wurde das tragliche Figurstück in isolierter Lage beigegeben.

2. Der empirische Geltungsbereich der Gleichung der Symmetrietäuschungen

Die Gleichung der Symmetrietäuschungen deckt auch Fälle von Radialsymmetrie (GASSERT, LEIBERSPELGER, unveröffentl. Tüb. Vordipl. arb. 1960, 1960/61), doch in einem Ausblick auf künftige Aufgaben wies WITTE (2.a) schon 1960 auf eine mögliche Verformung des Hyperbelwerts der Funktion bei stark reduzierten Mannigfaltigkeiten, etwa der nur noch aus zwei konzentrischen Kreisen bestehenden, aus der Kreisschar GASSERTs herleitbaren DELBOEUF-Figur hin.

Spätestens nach der Untersuchung der "fundamentalen Kontrastfigur" (HAUBENSAK, unveröffentl. Tüb. Zul. arb. 1960) hatte man sich jedoch zu fragen, ob es zweckmäßig sei, noch länger an dem Gedanken "hyperboliformer" Kurvenverläufe festzuhalten, da die dort gefundenen Kurvenzüge deutlich einen Wendepunkt erkennen ließen, Hyperbelfunktionen jedoch einen solchen im endlichen Bereich nicht besitzen.

Da für einen Wendepunkt die Bedingung gilt:

$$Y'' = 0$$

ergeben sich als Koordinatenwerte des Wendepunktes für

$$x = - \frac{1}{c - 1} \quad (2)$$
$$(3)$$

und

$$y \rightarrow \infty \quad (3)$$

Eine hyperboliforme Funktion allein ist also unzureichend, um den Kurvenverlauf, der sich bei der Untersuchung der anschaulichen Größe der Mittelstrecke der fundamentalen Kontrastfigur ergibt, zu beschreiben.

Wegen der Bedeutung des Ergebnisses der HAUBENSAKschen Arbeit führte HILDEBRAND u.a. eine Kontrolluntersuchung durch (unveröffentl. Tüb. Vordipl. arb. 1961). Sie gelangte zu dem gleichen Ergebnis.

3. Das Problem der "bezogenen phänomenalen Größen"

Eine Möglichkeit, den Wendepunkt der aus den phänomenalen Größen der Mittelstrecke der Kontrastfigur erhaltenen Kurve einzufangen, bleibt noch offen: In den bisherigen Betrachtungen wurde die phänomenale Länge des größten Strichs der HELLERSchen Strichmannigfaltigkeit bzw. des figuralen Pendants unbesehen mit seiner objektiven Länge gleichgesetzt: Zunächst gilt Gleichung (2) (siehe p. 5) für die gleich eins gesetzte phänomenale Größe des größten Strichs der Strichmannigfaltigkeit. Um die absolute phänomenale Größe eines Strichs dieser Mannigfaltigkeit und nicht mehr seine auf eins bezogene Größe zu erhalten, ist die Gleichung mit der phänomenalen Größe des größten Striches zu multiplizieren. Seine phänomenale Größe wurde von uns vereinfachend mit seiner objektiven gleichgesetzt. Richtiger wäre, diese phänomenale Größe in einem gesonderten, psychophysischen Versuch zu bestimmen. Man hat dies getan (LEGWIE, veröffentlicht. Tüb.Vordipl.arb. 1960), es im Falle der Symmetrietafel aber bei einer einmaligen Bestimmung der phänomenalen Größe des größten Strichs belassen. Dahinter steht die Annahme, daß die phänomenale Größe dieses Striches unabhängig von dem jeweils zum Vergleich im Konstanz- oder Grenzverfahren anstehenden Strich der Mannigfaltigkeit sei. Alle phänomenalen Strichgrößen waren demnach mit einem konstanten Faktor zu multiplizieren.

Auf diese Weise wird der Wendepunkt der Kurve zwar auch nicht aus der Welt geschafft, wie aber, wenn die phänomenale Größe des größten Striches nicht unabhängig von dem jeweils thematischen Strich der Mannig-

faltigkeit wäre?

Dieser Frage nachgehend, bestimmten wir nicht nur die phänomenale Länge der Mittelstrecke der Kontrastfigur, sondern jedesmal auch die phänomenale Länge der Grundstrecke dieser Figur; sie hat aufgrund der Herleitung der Figur aus der HELLERSchen Symmetrietafel als Pendant des größten Strichs der Tafel und damit auch als Bezugsgröße zu gelten. Versuchsanordnung und -verfahren sind im Anhang (p. 105-108) niedergelegt. Die Ergebnisse dieses Versuchs zeigt Tab. 1. Der Tabelle ist zu entnehmen, daß die Grundstrecke um einen nahezu konstanten Betrag phänomenal vergrößert ist, nur der Wert bei der Mittelstreckenlänge $a = 10$ mm weicht erheblich ab. Da der Multiplikationsfaktor gleichbleibt, wie dieser Versuch zeigt, ändert sich die Form des Täuschungsverlaufs durch die Bezugsetzung der phänomenalen Größen von Mittel- und Grundstrecke nicht wesentlich; anders ausgedrückt, der Wendepunkt der Kurve bleibt im Fall der Kontrasttäuschung auch bei der Bezugsetzung von phänomenalen Werten erhalten.

An dieses Vorgehen knüpft sich jedoch eine weitere Frage: Ist man überhaupt berechtigt, die phänomenalen Werte in dieser Weise, einmal ganz abgesehen vom Erfolg, aufeinander zu beziehen? Wie man aus Tab. 1 ersehen kann, werden sowohl Mittel- wie Grundstrecke phänomenal vergrößert. Wenn sich nach unserer Vermutung Mittel- und Grundstrecke gegenseitig beeinflussen, wäre eine gleichsinnige Veränderung beider nicht ohne weiteres zu erwarten. Legte man der angenommenen gegenseitigen Beeinflussung die Vorstellung einer dynamischen Wechselwirkung zugrunde, widerspräche eine gleichsinnige Veränderung beider letztlich dem III. Axiom NEWTONs :

Wenn die Grundstrecke bzw. ihre Begrenzungen einen einer Kräftewirkung vergleichbaren Effekt auf die Mittelstrecke bzw. deren Begrenzungen ausübt, derart daß diese vergrößert wird, kann diese nun nicht ihrerseits wieder die Grundstrecke vergrößern.

Die Unverträglichkeit der experimentellen Befunde mit der Wechselwirkungshypothese führte zu drei Erklärungsversuchen für die gleichsinnige Veränderung von Mittel- und Grundstrecke. Sie lauten wie folgt:

1.) Trotz des großen Formats der Papierbogen, auf denen die Kontrastfigur und die Vergleichsstrecke dargeboten wurden, beeinflusst die Darbietungsflächengröße die Ergebnisse des Konstanzverfahrens. Daß ein solcher Einfluß überhaupt besteht, konnte an kleineren Darbietungsflächengrößen gezeigt werden (HAUBENSAK, unveröffentl. Tüb. Zul. arb. z. Vordipl. prüf. 1960 ; siehe auch Tab. 7 im Anhang, ferner KIESBYE, unveröffentl. Tüb. Zul. arb. z. Vordipl. prüf. 1961).

2.) Sowohl Mittel- wie Grundstrecke unterliegen dem Einfluß eines dritten Konfigurationsmoments. Es könnte in den senkrechten Trennstrichen der Kontrastfigur zu suchen sein.

3.) Die Annahme einer dynamischen Wechselwirkung zwischen wahrgenommener Mittelstrecke und wahrgenommener Grundstrecke ist unzutreffend. Die phänomenalen Größen von Mittel- und Grundstrecke werden ja in getrennten Versuchen bestimmt, so daß nicht auszuschließen ist, daß beim Übergang vom einen Versuch zum andern ein Auffassungswechsel stattfindet und man auf veränderte Feldbedingungen trifft.

Tab. 1 Der Einfluß der Trennstrichverkürzung auf die phänomenale Größe der Mittel- und Grundstrecke der "Kontrastfigur"
(Grundstreckenlänge $c = 80$ mm)

Objektive Länge der Mittelstrecke							
	10	20	30	40	50	60	70
Phänomenale Länge der Mittelstrecke	Trennstrichhöhe 6 mm						
	10,8	21,1	32,2	43,6	55,3	64,4	72,0
	Trennstrichhöhe 1,5 mm						
	10,6	21,7	32,3	44,0	55,9	63,3	70,2
Differenz							
	+ 0,2 - 0,6 - 0,1 - 0,4 - 0,6 + 1,1 + 1,8						
Phänomenale Länge der Grundstrecke	Trennstrichhöhe 6 mm						
	79,0	81,6	82,5	82,9	81,6	82,4	81,2
	Trennstrichhöhe 1,5 mm						
	79,0	78,4	78,4	79,3	79,3	79,1	79,3
Differenz							
	0	+3,2	+4,1	+3,6	+2,3	+3,3	+1,3

Sämtliche Angaben sind in mm gemacht. Die Mittelwertsdifferenzen sind durch das X - Verfahren (B.L. van der WAARDEN u. J. M. VERGILT, 1956) für den Fall der Mittelstrecke als nicht signifikant ausgewiesen ($p > 5\%$).

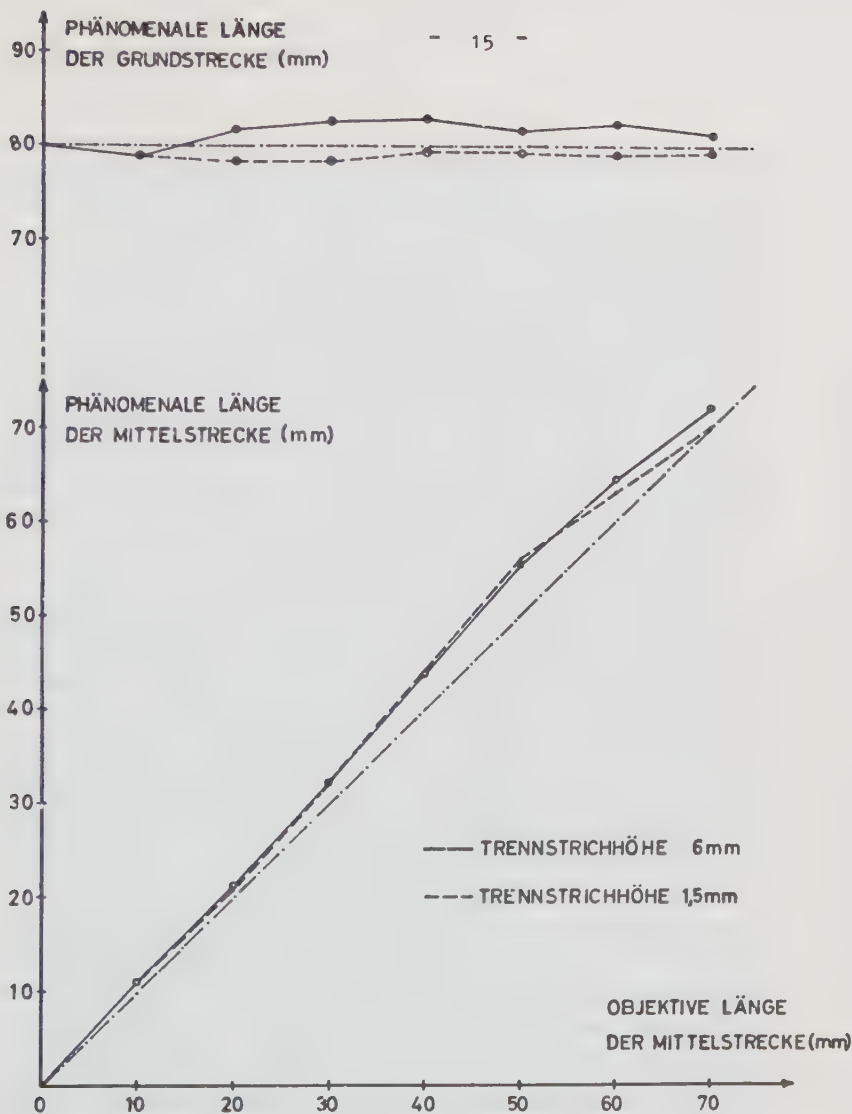


Abb. 3 DIE ABHÄNGIGKEIT DER PHÄNOMENALEN LÄNGEN VON DER TRENNSTRICHHÖHE.

Der erstgenannte Erklärungsversuch schien nicht viel für sich zu haben, da wir im Wissen um den Einfluß des Darbietungsflächengröße diese schon so vergrößert hatten, daß sie als abgegrenzte Fläche kaum mehr gesehen werden konnte, wenn man die darin eingezeichnete Figur bzw. den Vergleichsstreich fixierte. Wir wandten unsere Aufmerksamkeit daher sogleich der zweiten Möglichkeit zu, daß nämlich die senkrechten Trennstriche, welche die Mittelstrecke von der Grundstrecke abteilen, die phänomenale Größe von Mittel- und Grundstrecke beeinflussen. Wir verkleinerten in einem Versuch die Trennstrichhöhe von 6 mm auf 1,5 mm. Die Ergebnisse zeigt Tab. 1, ferner sind sie zusammen mit den Ergebnissen des vorhergehenden Versuchs (Trennstrichhöhe $h = 6$ mm) in Abb. 3 graphisch dargestellt. Wie man aus dieser Abbildung ersieht, geht die phänomenale Vergrößerung der Grundstrecke bei einer Verkürzung der Trennstrichhöhe in eine Verkleinerung über. Das Bedeutsame dieser Ergebnisse aber ist, daß die Mittelstrecke von der Trennstrichverkürzung im Gegensatz zu der Grundstrecke nicht merklich betroffen wird, weder da sich die Täuschungsbeträge verhältnismäßig erhöhen oder erniedrigen, noch daß sich die Verlaufsform der Werte ändert. Eine Inbezugsetzung phänomenaler Größen wäre jedoch wenig sinnvoll, wenn sie aus verschiedenen funktionalen Zusammenhängen stammten, die nicht gleichzeitig nebeneinander bestehen können. Gerade dies wäre aber nötig, um die Ergebnisse mit der Wechselwirkungsannahme erklären zu können.

Im folgenden sehen wir daher von einer Inbezugsetzung der beiden Strecken ab und beschäftigen uns ausschließlich mit der an der Mittelstrecke auftretenden

Täuschung, die wir, der historischen Treue wegen, als Kontrasttäuschung i.e.S. bezeichnen wollen.

Ein andersartiger funktionaler Zusammenhang figuraler Größen in der Wahrnehmung würde nach der These RAUSCHS (4, p.86) auch eine andersartige "anschauliche Fassung" der Figur bedingen. Für den Verfasser ist ein solcher Wechsel der Figurfassung bei der Zuwendung der Aufmerksamkeit von der Mittelstrecke auf die Grundstrecke zwingend gegeben. Während die Figur vorher binnengegliedert erschien, wirkt sie, wenn sich die Aufmerksamkeit der Grundstrecke zuwendet, blockhafter, der Blick kann weniger in sie eindringen.

Sollte sich die von WITTE für axialsymmetrisch und radialsymmetrisch angeordnete Mannigfaltigkeiten entwickelte Formel auch auf die Kontrastfigur anwenden lassen, so wäre in Betracht des damit ausgesagten funktionell gleichartigen Verhaltens von symmetrisch angeordneter Mannigfaltigkeit und Täuschungsfigur zu erwarten, daß auch in jenen Mannigfaltigkeiten die hier aufgefundenen feineren funktionalen Zusammenhänge gelten und sich mithin ähnliche phänomenologische Unterscheidungen treffen lassen. Aber nein: von einem andersartigen anschaulichen Gegebensein des größten Strichs der HELLERSchen Strichmannigfaltigkeit, wie es nach dem andersartigen anschaulichen Gegebensein seines figuralen Pendants, der Grundstrecke der Kontrastfigur, zu erwarten wäre, konnte der Verfasser nichts feststellen. Damit drängt sich die von WITTE (2.a.) schon angeschnittene Frage auf, ob man es bei dem wahrnehmungsdynamischen Geschehen an der Kontrastfigur nicht mit einem funktionell sehr viel weiter entfernten Geschehen zu tun habe, als nach der ver-

hältnismäßig einfachen Herleitung der Figur aus der Symmetrietafel (siehe p. 7) zu erwarten ist.

4. Der beschränkte Geltungsbereich der Gleichung der Symmetrietauschung als methodisches Problem

Um verstehen zu können, warum die geometrische Verwandtschaft der Kontrastfigur mit der HELLERSchen Symmetrietafel nicht zugleich auch eine ähnlich enge funktionale Verwandtschaft beider Konfigurationen bedeuten muß, hat man sich kurz wieder zu vergegenwärtigen, von welcher Art die in die Gleichung der Symmetrietauschung eingehenden Größen sind.

Wie man sich erinnert, ist die Gleichung (2) von WITTE und HELLER ursprünglich auf die Verlagerung von Kategorienzäsuren bei axialsymmetrisch angeordneten Strichmannigfaltigkeiten angewandt worden. Die Kategorienzäsuren selbst werden von WITTE und HELLER als Schnittpunkte von "Polähnlichkeiten" verstanden - dort, wo ein Strich dem größten und kleinsten Strich der Mannigfaltigkeit, den "Polen", gleich ähnlich ist, berindet sich z.B. die Zäsur zwischen den Kategorien "groß" und "klein". Daß die Polähnlichkeit eines Strichs obendrein noch durch seine objektive Länge, auf den größten Strich der Mannigfaltigkeit bezogen, ausgedrückt werden kann, ist ein Sonderfall, der es gestattet, die Gleichung der Symmetrietauschung psychophysisch zu verstehen. Wie in der Gleichung (1) und (2) gleich eins gesetzte Größe bezieht sich indessen nach wie vor - nach ausdrücklicher Feststellung WITTES - primär auf den Ähnlichkeitspol "Groß", die mit x und y bezeichneten Größen, stehen nach wie vor für die Ähnlichkeit der Elemente in der untersuchten Mannigfaltigkeit zum Groß-Pol. Dieser Pol wird in den fraglichen Strichmannig-

faltigkeiten durch den Strich mit der größten objektiven Länge dargestellt, die Elemente der Mannigfaltigkeiten sind die dazu kleineren Striche.

Will nun die Übertragung der Gleichung der Symmetrietäuschung auf die "fundamentale Kontrastfigur" und andere klassische Täuschungsfiguren nicht gelingen, obwohl sie sich an anderer Stelle glänzend bestätigt hat (Witte, 2.a,p.456ff, ferner GASSERT, DITTMAR, unveröffentl.Tüb.Vordipl.arb. 1960), könnte dies an dem Umstand liegen, daß sich die Rolle des größten Strichs einer Strichmannigfaltigkeit als "Ähnlichkeitsspol" und die Rolle der übrigen Striche der Mannigfaltigkeit als Einzelelemente nicht einfach auf Figuren und Figurteile übertragen lassen. Nähme man dennoch eine Übertragung der Gleichung auf die Figur vor, gäbe man ihr einen ganz anderen theoretischen Sinn. Daß erhebliche phänomenologische Unterschiede zwischen Systemelement und Figurteil bestehen können, zeigen die Ausführungen METZGERS (5,p.141f) hinlänglich:

"Die Beziehung zwischen einem Teil und seinem Ganzen und die Beziehung eines Gegenstandes zu seinem Bezugssystem können sich unter Umständen mehr oder weniger decken: Der Knopf ist 'Teil' des 'Rockes', oder: er befindet sich 'am Rock', ebenso das Blatt 'am Baum', usw. Trotzdem sind die beiden Beziehungen in typischen Fällen klar zu unterscheiden. Der (echte) Teil ist von den übrigen Teilen seines Ganzen so abgegrenzt, daß beiderseits der Grenze 'etwas ist': die Begrenzung ist zweiseitig. Liegen ist die Grenze des Gegenstandes in seinem Bezugssystem nur einseitig; sie begrenzt nur den Gegenstand, nicht aber das

Gebiet, in dem er sich befindet. Das Gebiet hat an der Stelle des Gegenstands kein 'Loch', in das dieser eingefügt wäre, sondern es geht durch ihn hindurch, ist ebenso wie in der Umgebung an der Stelle, die er einnimmt. Nimmt man einen Teil aus seinem Ganzen, so entsteht eine Lücke, nimmt man einen Gegenstand aus seinem Bezugssystem, so bleibt dieses grundsätzlich vollständig."

Heuristisch erscheint es indessen völlig gerechtfertigt, die Anwendung einer Gleichung, welche sich an anderer Stelle vorzüglich bewährt hat, trotz bestehender phänomenologischer Situationsunterschiede zu versuchen. Auch wenn man feststellen sollte, daß zwischen dem größten Strich einer axialsymmetrisch angeordneten Strichmannigfaltigkeit und der größten Extension einer Figur keine Rollengleichheit in funktionaler Hinsicht besteht, hat man ja einen Gewinn: der Blick richtet sich von geometrischen Analogien, die offenbar keine Gewähr auch für eine funktionale Entsprechung der Teile bieten, auf andere heuristische Leitgesichtspunkte: auf phänomenologische nämlich.

Geometrische Analogien könnten sich phänomenal und funktional unverbindlich erweisen. Sehr viel aussichtsreicher erschiene es dann, sich von phänomenologischen Ordnungsgesichtspunkten leiten zu lassen, denen, wie RAUSCH (4, p. 82) in der Tat gezeigt hat, auch die funktionalen Ordnungsgesichtspunkte folgen. Er schreibt (4, p. 79):

"Wir können uns allgemein von der Annahme leiten lassen, daß die anschauliche Struktur oder Fassung einer (vorlagemäßig eindeutig bestimmten)

Figur grundsätzlich von Bedeutung ist für die figurale Metrik, daß die metrische Seite einer figuralen Teilgröße mitabhängig ist von ihrer Rolle und ihrem Gewicht im Figurganzen."

weiterein schreibt er in Bezug auf das von ihm untersuchte Parallelogramm (4, p. 81):

"Der strukturelle Unterschied ... läßt sich im unmittelbaren Erleben bestätigen. Während das P. bei bevorzugter Beachtung der Höhe, Schrägseite oder Neigung kaum verschieden aussieht, erlebt man es anders, wenn die Langdiagonalenrichtung bevorzugt wird."

Die Analyse der Zusammenhangs- und Zentrierungsverhältnisse in der Wahrnehmung (METZGER, 5, p. 175-199) läßt sich damit, auch empirisch gerechtfertigt, zu einem heuristischen Prinzip erheben: wir erwarten, daß sich mit seiner Hilfe Klassen von funktionalen Zusammenhängen abgrenzen lassen, nachdem geometrische Ordnungsgesichtspunkte diesen Dienst nicht leisten konnten.

2. Kapitel

Aufstellung quantitativer Hypothesen

1. Natürliche und willkürliche Thematik von Figurteilen

Das beschriebene heuristische Prinzip sei nun auf die "fundamentale Konstrasttäuschung" angewandt. Vielleicht, so haben wir zu vermuten, gibt es noch weitere phänomenologische Unterscheidungen, die für die Abgrenzung von Klassen funktionaler Zusammenhänge bedeutsam sein könnten, als die bei der Verlagerung der Aufmerksamkeit von der Mittelstrecke auf die Grundstrecke schon festgestellt (siehe p. 17).

Wie uns eine Analyse der Figurvariationen (Abb. 4) zeigt, ändert sich die natürliche Gliederung der Figur beim Durchlaufen der Figurvariationen in der Tat. Während die Mittelstrecke in der aufsteigend geordneten Variationsreihe zunächst natürlich ausgegliedert, "thematisch", erscheint und damit der sich in Simultanzvergleichsverfahren stellenden Aufgabe entgegenkommt, übernehmen von einem gewissen Punkt ab die beiden Strecken rechts und links der Mittelstrecke diese Rolle. Wir nennen diesen Punkt im folgenden den "Umschlagpunkt". Die Mittelstrecke verliert dort ihre natürliche Thematik und nimmt den Charakter einer teinahe ungeschiedlichen "Zwischenstrecke" an.

Um zu prüfen, ob der anschauliche Rollenwechsel der Figurteile in den Maßverhältnissen der Figur begründet ist oder ob man sich einen solchen Rollenwechsel lediglich einsuggeriert, wäre eine Reihe von Vpn auf ihren anschaulichen Eindruck hin zu befragen. Ergäbe sich dabei an einem Punkt der Variationsreihe eine gewisse Häufung gleichartiger Angaben, so wäre daraus zu schließen, daß der Rollenwechsel tatsächlich in den figuralen Maßverhältnissen begründet ist. Solche

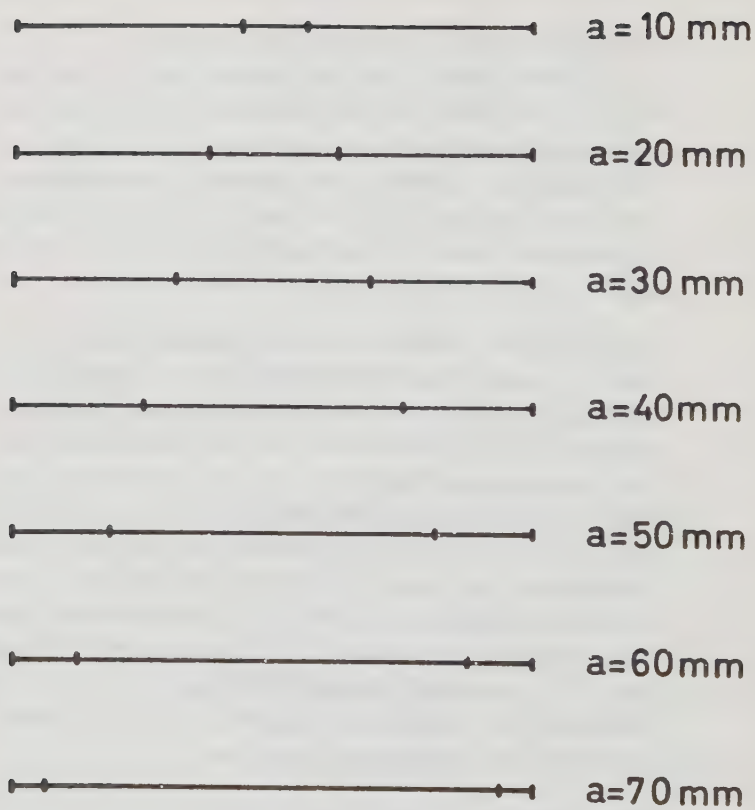


ABB. 4

DIE FIGURVARIATIONEN

Untersuchungen, die einen Anschluß an die gestalt-psychologische Tradition herstellen, liegen schon vor (SIMONS, unveröffentl.Tüb.Vordipl.arb.1963).

Ein solches Unternehmen setzt indessen eine gewisse Schulung der Vpn voraus. Da diese Voraussetzung nicht immer in gleicher Weise gegeben ist, griffen wir zu dem Mittel der "Erlebnispötigung", um einen Ausdruck HELLERS (1.a.p.25) zu borgen. Ihr Prinzip besteht darin, das von den Vpn die willkürliche Aussonderung eines Figurteils gefordert wird, der zunächst auch natürlich ausgegliedert ist, im weiteren Verlauf der Figurvariation aber zu einem unselbständigen Teil wird. Der Versuch einer willkürlichen Beeinflussung der Figurgliederung im Sinne der Aufgabe zieht im letzteren Fall den Eindruck nach sich, der Versuch sei "sinnwidrig", "künstlich", oder auch nur, "schwer durchführbar". Die Tatsache der andersartigen Gliederung kann damit indirekt erfaßt werden. Auch hier ist im weiteren dann zu prüfen, ob eine Tendenz zur Häufung gleichartiger Angaben an einer bestimmten Stelle der Variationsreihe vorhanden ist.

Aufgrund gelegentlicher Beobachtungen in früheren Versuchen (HAUBENSAK, unveröffentl.Tüb.Vordipl.arb. 1960) erscheint es wahrscheinlich, daß ein solches Experiment im Sinne unserer Erwartung ausgeht.

Nicht wenige Vpn klagten nämlich bei der Bestimmung der phänomenalen Größe der Mittelstrecke in Simultan-vergleichsverfahren darüber, daß sich diese Strecke von größeren Längen ab einer willkürlichen Aussonderung widersetze. Eine Vp brach bezeichnenderweise in den Ausruf aus: "Pfui, das ist ja ekelhaft!", als sie

eine solche Streckenvariation vorgelegt bekam, und zwar bevor sie überhaupt einen Vergleich mit einer gegebenen Einzelstrecke anzustellen hatte - damit wird der Einwand hinfällig, dieser Ausruf habe sich auf die bei größeren Längen allgemein schwierigere Vergleichs-prozedur bezogen.

Die "Erlebnismöglichkeit" bestand in unserem Falle darin, daß wir der Beurteilung über das veränderte Gegebensein der Mittelstrecke einen Reproduktionsversuch vorausschickten. Die Figurvariationen wurden in aufsteigender Reihenfolge (um die Variationsreihe überschaubar zu machen) je fünf Sekunden lang dargeboten. Anschließend war die Mittelstrecke für sich allein auf einem gesonderten Blatt zu reproduzieren.

Die Instruktion lautete:

"Ich zeige Ihnen jetzt gleich eine Strichfigur. Sie sollen deren Mittelstrecke einschließlich der Trennstriche (die Kontrastfigur wird kurz vorgezeigt, auf die Mittelstrecke wird hingedeutet) möglichst genau nachzeichnen, sobald Sie auf mein Kommando: "Umblättern!" in Ihrem Vorlagenheft eine Seite weitergeblättert haben. Es kommt auf die möglichst genaue Wiedergabe der Länge dieser Mittelstrecke an. Bedenken Sie, daß Sie wenig Zeit haben - nur fünf Sekunden! Versuchen Sie während dieser kurzen Spanne, die Mittelstrecke in ihrer Länge genauestens in sich aufzunehmen, wir wollen wissen, wie gut Sie das schaffen.

Wenn Sie es für nötig halten, dürfen Sie Ihre Wiedergabe korrigieren, ein Radiergummi hierzu liegt bereit. Wenn Sie glauben, mit freier Hand keine gerade Linie ziehen zu können, benutzen Sie die Kante dieses Papierbogens hier als Hilfe beim Linieren. Haben Sie noch irgendwelche Fragen?"

Nach der Reproduktion der sieben Mittelstreckengrößen $a = 10 \text{ mm}$, $a = 20 \text{ mm}$, ... , $a = 70 \text{ mm}$, fand die Vp ein Blatt folgenden Inhalts dem Vorlagenheft beigeheftet vor:

In einem Vorversuch zu dem soeben durchgeführten Versuch wurde mir berichtet, das von einer bestimmten Tafel ab bei der Aufgabe, die mittlere Teilstrecke für sich allein herauszufassen und auf einem nachfolgenden leeren Blatt niederzuzeichnen, eine subjektive Schwierigkeit auftrete.

Es schiebe sich nämlich, wenn man die mittlere Teilstrecke in ihrer ungefähren Größe wiedergeben wolle, der Gesamteindruck der Figur dazwischen, so das man nicht genau wisse, ob man sich jetzt an der Gesamtgröße oder an der Größe der mittleren Teilstrecke orientiere. Bei den vorhergehenden Tafeln habe man dagegen die beiden Eindrücke noch auseinanderhalten können.

Wenn Ihnen diese Schilderung zutreffend erscheint, ab welcher Tafel (einschließlich) tritt diese Gefahr der Vermengung oder Vermischung von Eindrücken Ihrer Beobachtung nach erstmalig auf? Beachten Sie, das es sich dabei um eine subjektive Schwierigkeit handelt, die objektiv nicht zum Ausdruck zu kommen braucht. D. h. Sie sollen nicht etwa die Güte Ihrer Reproduktion beurteilen, sondern sich Ihre Eindrucksvorgänge bei der Wiedergabe der mittleren Teilstrecke bei jeder Tafel vergegenwärtigen. Selbstverständlich dürfen Sie zurückblättern.

Antworten

Ich konnte die Schwierigkeit, von der hier die Rede ist, beobachten / nicht beobachten.

Die Schwierigkeit machte sich erstmals bei Tafel

1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7

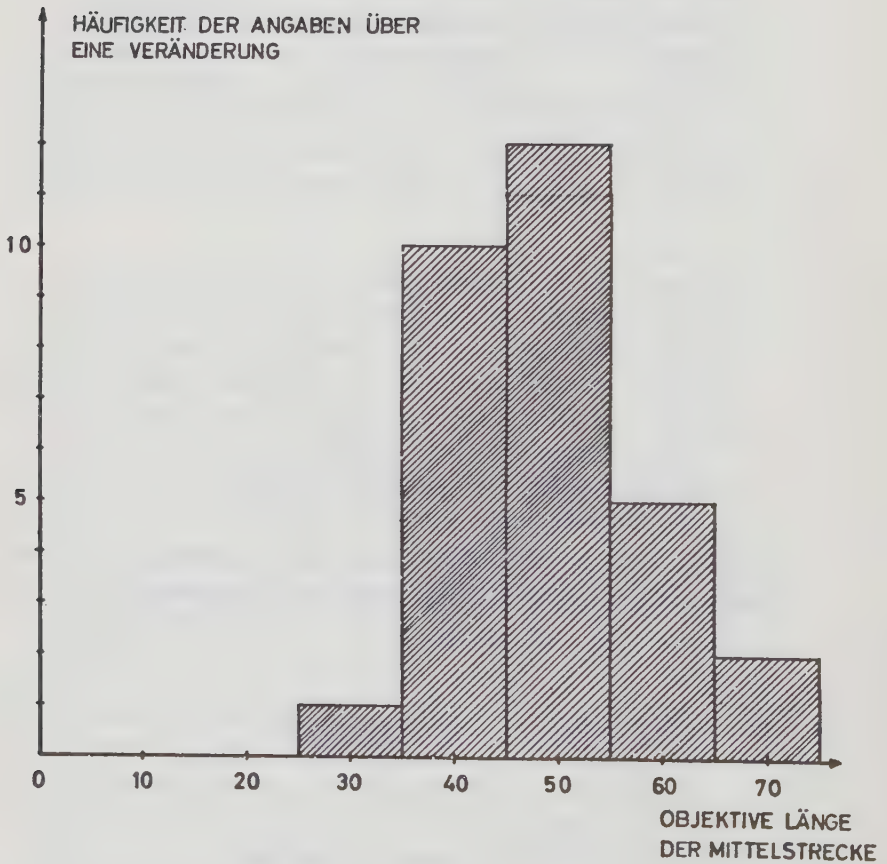
bemerkbar. (Gewünschte Antwort einkreisen)

Sonstige Bemerkungen zu dem Versuch

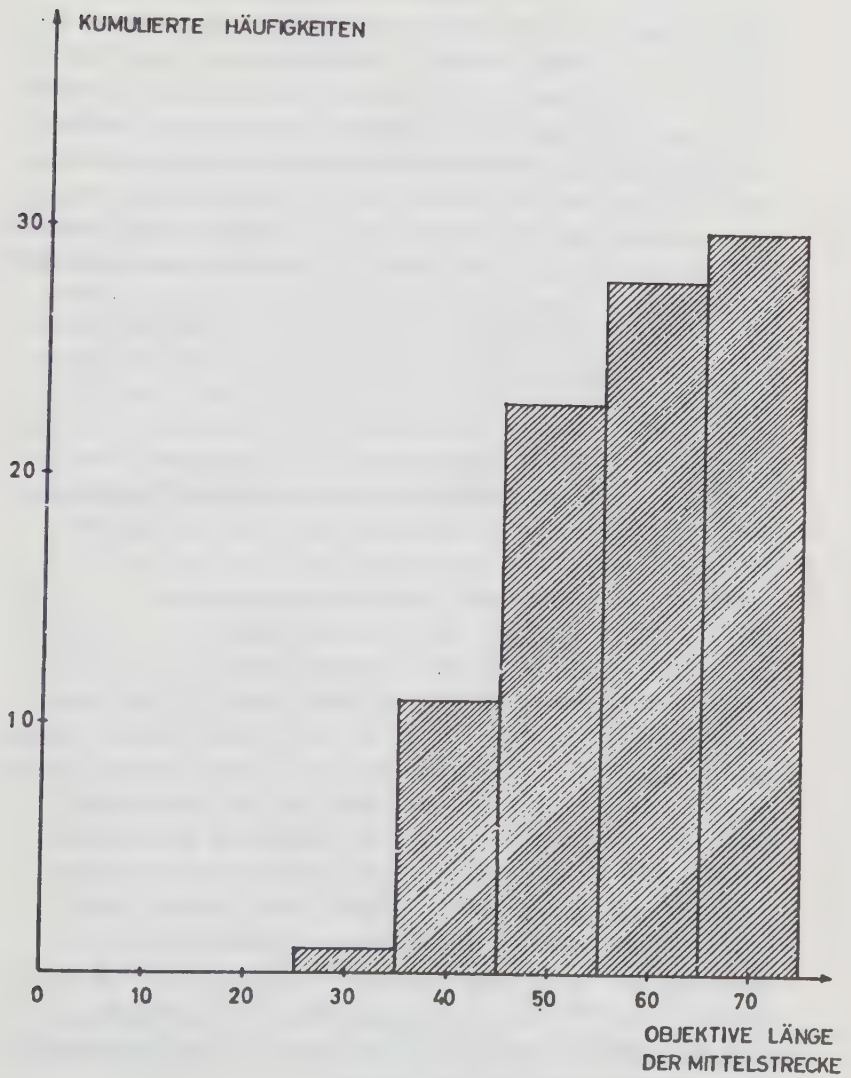
Tab. 2 Das veränderte Gegebensein der Mittelstrecke
im Reproduktionsversuch (Länge der Mittel-
strecke $g = 80$ mm)

Objektive Länge der Mittelstrecke (mm)	Häufigkeit der Angaben über eine Veränderung	Kumulierte Häufigkeiten
10	-	-
20	-	-
30	1	1
40	10	11
50	12	23
60	5	28
70	2	30
30		
Keine Veränderung des Gegebenseins beobachtet: 14		

Abb. 5 a) HÄUFIGKEIT DER ANGABEN ÜBER EINE VERÄNDERUNG DES
ANSCHAULICHEN GEGEBENSEINS DER MITTELSTRECKE.



5 b) KUMULIERTE HÄUFIGKEITEN DER ANGABEN VON a.)



Der Versuch wurde an insgesamt 44 Psychologiestudenten und -studentinnen der Universität Münster in einem Massenversuch durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Tab. 2 zu entnehmen. Die Angaben in der zweiten Spalte der Tabelle beziehen sich auf die Häufigkeit, mit der eine Veränderung des Gegebenenseins der Mittelstrecke berichtet wurde. Die dritte Spalte dagegen gibt den zahlenmäßigen Anteil des schon veränderten Gegebenenseins wieder, der auf jede einzelne Variationsklasse entfällt. Da die Mittelstrecke ihr einmal verändertes Gegebensein im weiteren Verlauf der aufsteigenden Variation beibehält, sind hierfür die Häufigkeit der zweiten Spalte zu kumulieren.

Man ersieht aus den Ergebnissen, erstens, daß eine Veränderung des Gegebenenseins der Mittelstrecke in 30 von 44 Fällen berichtet wurde, das sind rund 68 Prozent, zweitens, daß sich die Angaben über eine solche Veränderung im Bereich der Mittelstreckenlängen $a = 40 \text{ mm}$ und $a = 50 \text{ mm}$ häufen. Das Dichtemittel, d.h. die Stelle größter Häufigkeit, liegt näherungsweise bei $a = 47,2 \text{ mm}$. Weitere Kennwerte der Häufigkeitsverteilung anzugeben, verbietet sich, weil es sich um eine nicht abgeschlossene Verteilung handelt; die letzte Variationsklasse ($a = 70 \text{ mm}$) ist, wie aus der Tabelle zu ersehen, noch mit Häufigkeiten besetzt. Würde man Wert auf den Erhalt genauer Kennwerte legen, wäre eine Verringerung der Klassenbreite in einem neuen Versuch angebracht. Die Ergebnisse des Versuchs in der hier beschriebenen Form berechtigen jedenfalls zu dem Schluß, daß, wie erwartet, mindestens zwei verschiedene, in den Maßverhältnissen der Figur begründete Figurfassungen unterschieden werden können.

Der Versuch hat im folgenden seinen heuristischen Wert zu erweisen. Seine Ergebnisse führen zu der Annahme, daß sich innerhalb der beschriebenen Figurvariationen mindestens zwei Klassen von funktionalen Zusammenhängen in bezug auf die phänomenale Größe der Mittelstrecke unterscheiden lassen, und weiter, daß der Übergang von der einen Klasse zur anderen am häufigsten bei der Mittelstreckenlänge $a = 47,2 \text{ mm}$ erfolgt.

Wir wissen damit zwar, wo der funktionale Zusammenhang zwischen den Maßverhältnissen der Figur und der phänomenalen Größe der Mittelstrecke wechseln könnte, wissen aber noch nicht, um welche Zusammenhänge es sich handelt. Die Erörterungen des nächsten Kapitels sollen Licht in diese Frage bringen.

3. Kapitel

Überlegungen zum Tauschungsbegriff

1. Einführung

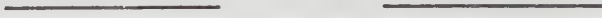
Werden vor den Augen eines Beobachters zwei zuvor von ihm als gleich lang eingestufte Einzelstrecken zu verschiedenen Figuren ergänzt, dann erscheinen sie ihm als "Figurstrecken" in manchen Fällen ungleich lang. Löscht man die Figuren bis auf die beiden Strecken wieder, stellt sich auch der ursprüngliche Eindruck der Längengleichheit wieder ein.

Ier anschauliche Längenunterschied der Figurstrecken ist von einer Größenordnung, die Zweifel an seiner Faktizität ausschließt. Zur MÜLLER-LYER-Figur (Abb.6) ergänzte, anschaulich gleich lange Einzelstrecken unterscheiden sich als Figurstrecken nach EHRENSTEIN (6, p. 141) anschaulich um durchschnittlich 22 Prozent der Länge! Warum versucht der überwiegende Teil der Beobachter dennoch den Augenschein als "Täuschung" abzuwerten?

Man habe sehen können, sagen sie, das bei der Ergänzung der Strecken zu Figuren an den Strecken selbst nichts verändert worden sei, sie seien also "in Wirklichkeit" nach wie vor gleich lang, und wenn der Augenschein dagegen spreche, dann trüge er eben.

Unternimmt man einen Gegenversuch, indem man den Versuchspersonen keinen Einblick in die Figurentstellung gewährt, sondern ihnen die fertigen Figuren vorlegt, sehen sie keinen Anlaß, der wahrgenommenen Länge der Figurstrecken zu misstrauen. Daraus ist zu schließen, daß sich scheinbare und objektive Länge dem Augenschein nach nicht unterscheiden. Erst wenn der Beobachter verfolgen kann, wie die Figuren zustande kommen, bzw. in die Lage versetzt wird, mit

Zwei von der Mehrzahl der Beobachter als anschaulich
gleich lang eingestufte Einzelstrecken



erscheinen als Teile der Müller-Lyer-Figur ungleich lang.

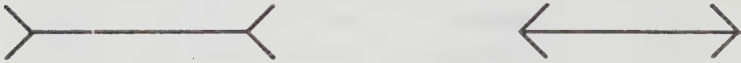


Abb. 6 DIE MÜLLER-LYER-TÄUSCHUNG

Hilfe eines Meßlineals den Hergang zu rekonstruieren, ist er zu einer Unterscheidung von objektiver und scheinbarer Länge fähig.

Es scheint demnach eine höhere, für den Wirklichkeitscharakter einer Wahrnehmung maßgebliche Instanz als den unmittelbaren Augenschein zu geben. Sie verkörpert sich in dem miterlebten Hergang. Von diesem Umstand lebt, wie HELLER (1. b, p. 662ff) zeigt, ein großer Teil der Taschenspielerkunst. Merkwürdigerweise ist aber kaum je versucht worden, die "viel massiveren Phänomene" (HELLER, 1. b, p. 662) des Taschenspiels mit geometrisch-optischen Täuschungen in eine Reihe zu stellen.

Fehlt eine erlebtermaßen dem Augenschein widersprechende Erwartung, kann von ihm nicht als einer "Täuschung" gesprochen werden, so wenig wie ein anschaulicher Körper als scheinbar bezeichnet werden kann, solange sich nicht neben ihm ein sehr viel stärker figurierendes Gebilde befindet (METZGER, 5, p. 41): Der Ursprung des Täuschungsbegriffs liegt, so scheint es, in der Majorisierung des Augenscheins durch eine ihm erlebtermaßen widersprechende Erwartung.

2. Eine andere Definition geometrisch-optischer Täuschungen

Wir knüpfen an die im vorigen Abschnitt gegebene Definition an. Der Ursprung des Täuschungsbegriffs lag für uns in der Überstimmung des augenscheinlichen Befundes durch eine ihm widersprechende, aus dem erlebten Hergang bezogene Erwartung. Diese Erwartung vermag zwar den augenscheinlichen Befund nicht zu verändern, aber sie ist maßgeblich für dessen Bewertung: in der beschriebenen Versuchsanordnung wird der unmittelbare Augenschein von der Versuchsperson als Täuschung eingestuft. Insofern bezeichnet "Täuschung" einen phänomenologischen Sachverhalt. Es scheint so zwingend zu sein, daß sich nicht einmal in der vorurteilslosen Hinnahme des Augenscheins geschulte Psychologen ihm entziehen können, wie die immer wiederkehrende Frage beweist, ob man sich denn sehr habe täuschen lassen.

Die wenigsten Arbeiten auf diesem Gebiet haben von einer solchen phänomenologischen Definition den Ausgang genommen (HELLER, 1. b, p. 662-673). Sehr viel gängiger ist die Auffassung, wonach eine Täuschung in einer Veränderung der Maßverhältnisse der Vorlage in der Wahrnehmung besteht. Diese Auffassung bezieht sich auf den Umstand, daß die Einzelstreckenlänge in Form einer Meßablesung konserviert werden kann. An die Stelle des durch eine geeignete Versuchsanordnung zu provozierenden Erlebnisses der zeitlichen Identität der Strecken kann daher die Meßablesung treten. Eine etwaige Differenz von augenscheinlichem Befund und Hergangserwartung würde sich in einer notwendig werdenden Verstellung des Ableseschiebers auf dem Meßlineal zeigen. Weil die Möglich-

keit besteht, die Hergangserwartung durch eine Meßablesung zu substituieren, können geometrisch-optische Täuschungen auch als "Abweichung optischer Wahrnehmungen von Meßerfahrungen" (EHRENSTEIN, 6, p. 128f.) definiert werden. Wie verhält sich diese Definition zu der von uns eingangs gegebenen?

Unser zu definitiorischen Zwecken eingeführtes Verfahren würde in der praktischen Anwendung schwerfällig und umständlich wirken, erst recht, wenn nicht nur die bloße Tatsache des Auseinandertretens von Augenschein und Hergangserwartung festgestellt werden soll, sondern darüber hinaus auch die Größe der Divergenz. Grundsätzlich ginge dies (WITTE, 2. b, p. 457) , sehr viel einfacher wäre es in diesem Fall, von der Möglichkeit Gebrauch zu machen, der Hergangserwartung eine Meßablesung zu substituieren. Es genügt eine Messung der figureingebundenen Strecke, um die Hergangserwartung einzufangen, und eine zweite Messung der ihr anschaulich entsprechenden Einzelstrecke, um ein Maß der Divergenz von inhaltlicher Erwartung und Augenschein zu erhalten. Die zuletzt gegebene Definition besitzt also unbestreitbar praktische Bedeutung.

Die Substitution der Hergangserwartung durch eine Meßablesung ist so allgemein üblich geworden, daß es schwerfällt, deren substitutiven Charakter überhaupt noch zu erkennen. Man sieht kaum noch, daß diese Praktik ihre Berechtigung daraus bezieht, daß in der Meßablesung ein Teilerlebnis konserviert ist und in der Messung daher eigentlich Teilerlebnisse inhaltlich aufeinander bezogen werden. Es scheint gar keiner weiteren Begründung mehr zu bedürfen, warum Wahrnehmung und Messung zueinander in Beziehung gesetzt

werden. Dies läßt sich u.E. nur dahingehend deuten, daß die Kommensurabilität von Größenwahrnehmung und Größenmessung immer schon vorausgesetzt wird - es scheint berechtigterweise erwartet werden zu dürfen, daß Größenwahrnehmung und -messung gleichartig und damit sinnvoll aufeinander beziehbare sind. Ohne eine solche Erwartung bliebe die Feststellung einer Abweichung optischer Wahrnehmungen von Messerfahrungen definitorisch bedeutungslos. Dies ist z.B. bei der Betrachtung über den Unterschied zwischen Wahrnehmungs- und Netzhautgröße der Fall! Die Verschiedenartigkeit von erlebtermaßen im Widerspruch stehender Größenwahrnehmung und gedanklicher, messenderweise substituierbarer Erwartung scheidet in diesem Fall als möglicher Grund der Abweichung aus. Zu ihrer Erklärung müssen vielmehr metrische Veränderungen der Figuren selbst herangezogen werden, Drehungen, Streckungen, Lehnungen usw.

Die beiden Erklärungsmöglichkeiten für die Abweichung optischer Wahrnehmungen von Messerfahrungen sind keineswegs gleichwertig. Während eine Definition geometrisch-optischer Täuschungen auf der Grundlage der erlebbaren Widersprüchlichkeit von Größenwahrnehmung und gedanklicher Erwartung lediglich die Verschiedenartigkeit von beidem betont und zu einer vergleichenden Untersuchung herausfordert - das Programm FIAGETs (7)! -, werden geometrisch-optische Täuschungen, wenn man sie als Abweichung optischer Wahrnehmungen von Messerfahrungen definiert, als funktionale Veränderungen bestimmt. Eine solche Definition ist wesentlich enger als die erstere, denn es wird damit im Gegensatz zu jener - unterstellt, daß die Wahrnehmungsgegebenheiten von der Natur der geome-

trisch verstandenen Vorlagen seien - sonst ließen sich die Abweichungen ja nicht eindeutig als "Abweichungen" identifizieren, womit die fragliche Definition ihren Sinn verlieren würde.

Die Vorlage wird herkömmlicherweise geometrisch gefaßt. An der Tatsache, daß es sich bei einer Vorlage, geometrisch gesehen, z.B. um ein Dreieck handelt, scheint es zu liegen, daß dieses Gebilde in der Wahrnehmung verzerrt erscheint. Uns ist die Feststellung wichtig, daß es sich dabei um eine auf ihren Allgemeingrad hin ungeprüfte Aussage handelt. Zwar können von physikalischen Meßverfahren abweichende optische Wahrnehmungen jederzeit geometrisch dargestellt werden, sie brauchen deshalb jedoch noch lange nicht ausschließlich geometrisch-figural bestimmt zu sein, wie die Definition unterstellt, die von "Abweichungen" optischer Wahrnehmungen von Meßverfahren ("an geometrisch gefaßten Gebilden", wäre zu ergänzen) spricht. Bestimmte Dreiecksformen könnten zu Verzerrungseffekten führen, nicht weil sie Dreiecke sind, sondern weil sie - nur um eine mögliche Alternative zu nennen - auch in gewissen ökologischen Zusammenhängen auftreten, aus denen sich ihre Dynamik verstehen läßt. Nicht ihre Eigenschaft als geometrische Gebilde wäre dann entscheidend für die auftretenden Täuschungseffekte, sondern ihre Entsprechung zu ökologischen Gegebenheiten.

Heuristisch scheint uns diese Möglichkeit sehr bedeutsam, da sie geeignet ist, uns auf elementare Beziehungen zu führen. Sollte man versuchen, diese elementaren Beziehungen auf das System der Geometrie abzubilden, könnte sich unter Umständen ein kompliziertes Bild ergeben oder gar die Abbildung nur un-

vollständig möglich sein. Funktional gleiche Reizklassen könnten sich über verschiedene geometrische Klassifikationen hinwegziehen, um dann, geometrisch ebensowenig einsichtig, unvermittelt irgendwo innerhalb einer geometrisch einheitlichen Klasse von Gebilden zu enden.

Wir leiten daraus die Notwendigkeit ab, vor dem Versuch elementare funktionale Beziehungen zwischen geometrisch eingefangener Reizvorlage und Wahrnehmungsgegebenheit aufzufinden, zunächst einmal nach Anhaltspunkten dafür zu suchen, ob eine solche elementare Beziehung überhaupt vorliegt. Den Weg, den auch wir gegangen sind (p. 20-33), hat RAUSCH (4, p. 22f) gewiesen.

Wir haben uns also zu fragen: Wie weit ist die als geometrisches Gebilde eingefangene Reizvorlage funktional einheitlich, gibt es innerhalb ein und derselben geometrischen Ordnungsklasse mehrere in ihren Auswirkungen verschiedene Klassen von Reizgrößen? In einem weiteren Schritt ist zu fragen: Welchem ökologischen Zusammenhang entsprechen die fraglichen Konfigurationen? Sind sie neuristisch zweckmäßiger als Teile dieses Zusammenhangs zu behandeln?

Von diesem Standpunkt aus scheint uns der Wert einer Definition geometrisch-optischer Täuschungen als Abweichungen optischer Wahrnehmungen von Lederfahrungen ausschließlich in der praktischen Anwendbarkeit zu liegen. Ohne den erläuterten Zusatz, daß in der Lederfahrung ein phänomenologischer Sachverhalt eingeschlossen ist, der die Inbezugsetzung von Größenwahrnehmung und Größenmessung erst rechtfertigt, scheint uns die Definition logisch unvollständig;

wir können sie allenfalls als eine Folgedefinition betrachten. So gesehen sind Täuschungseffekte die sich zwangsläufig ergebende Folge ("Korollar") der Verschiedenartigkeit begrifflicher und wahrgenommener Größe. Sie besitzen demgemäß keine speziellen Ursachen, die sie zum Gegenstand einer eigenen Theorie machen würden. Zum eigentlichen Gegenstand unserer Untersuchungen wird daher die wahrgenommene oder "phänomenale" Größe schlechthin; die Täuschungen bieten lediglich den geeigneten Einstieg in dieses Thema.

Die von uns erhobene Forderung, die Verschiedenartigkeit von Wahrnehmung und begrifflich gefasster Welt in Betracht zu ziehen, ist alles andere als neu. Gestaltpsychologen haben sie seit jeher gestellt. METZGER (5, p. 120) z.B. weist im Zusammenhang mit Kontrastercheinungen darauf hin, daß sich die funktional wirksamen Grenzen einer Figur keineswegs mit vorhandenen Konturen zu decken brauchen; RAUSCH (4, p. 284), ein anderer Exponent der gestaltpsychologischen Wahrnehmungslehre, unterscheidet scharf zwischen "mathematisch-geometrischer" und "phänomenologisch-geometrischer" Klassifikation der Form. Er schreibt:

"Bei der Figurform können das mathematisch Allgemeine und das phänomenologisch Allgemeine auseinanderreten derart, daß ihre Bereiche gegeneinander verschoben sind, nur teilweise miteinander zusammenfallen. Ein mathematisch tiefgreifender Wechsel von einer Figurart zur anderen (z.B. vom Parallelogramm zum Trapez oder gar zum Viereck) kann phänomenologisch ziemlich belanglos sein, sofern die anschauliche Struktur erhalten bleibt (wobei hinzu-

zusetzen ist, das für RAUSCH "die anschauliche Struktur oder Fassung einer (vorlagemäßig eindeutig bestimmten) Figur grundsätzlich von Bedeutung ist für die figurale Metrik" (4, p. 89 f. D. Verf.). Andererseits bedeutet ein phänomenologisch grundlegender Unterschied nicht immer eine entsprechende mathematische Verschiedenheit. Eine phänomenologisch-geometrische Systematik hat also z.T. wesentlich anderen Klassifikationsgesichtspunkten zu folgen als die herkömmliche mathematisch-geometrische."

Hinsichtlich des Tatbestandes stimmen wir, wie man sieht, mit RAUSCH vollständig überein. Wir fragten uns jedoch im vorangehenden, ob man nicht über die bloße Feststellung dieses Tatbestandes, der Verschiedenartigkeit der Ordnungsgesichtspunkte, hinausgehen und den biologischen Sinn der Verschiedenartigkeit zu verstehen suchen sollte. RAUSCH enthält sich dieser weitergehenden Hypothesenbildung; er fordert (4, p. 101) "daß (wie in der Vorlage, so auch) in der wahrgenommenen Figur die Teilgrößen bezüglich ihrer Metrik widerspruchsflos mathematisch zusammenhängen", obwohl diese These einer experimentellen Prüfung mit einem der Simultanvergleichsverfahren nicht standhält. RAUSCH (4, p. 111) sucht dieses Resultat als Methodenartefakt zu erklären, dem er die "natürliche" Wahrnehmung entgegenhält. Man muß sich fragen, ob die in der Deklaration eines empirischen Ergebnisses als Methodenartefakt sich zeigende Orientierung an der Geometrie der Vorlagefiguren, die RAUSCH doch kurz zuvor noch abgewiesen hat, nicht zwangsläufige Folge davon ist, daß der Tatbestand einer Verschiedenartigkeit der Ordnungsgesichtspunkte zwar festgestellt,

jedoch nicht weiter zu verstehen versucht worden ist. Eine Rahmenhypothese, welche diesen Tatbestand verstehbar macht, fehlt; man sieht sich mangels einer Alternative immer wieder auf jene Geometrie verwiesen, mit der auch die Vorlage gefasst worden ist, RAUSCH selbst scheint ein Beispiel dafür zu bieten.

Aus diesem Grund halten wir es für notwendig, eine Rahmenhypothese anzubieten. Sie besteht in der Annahme einer Entsprechung geometrischer Konfigurationen in funktionaler Hinsicht zu Regelmäßigkeiten der Reizanordnung in unserer Umwelt. Diese Hypothese ist Gegenstand der weiteren Kapitel, so daß sie hier nicht im einzelnen ausgeführt zu werden braucht.

Der Befund RAUSCHs, welcher die Verschiedenartigkeit mathematisch-geometrischer und phänomenologisch-geometrischer Klassifikation deutlich zeigt, sei nun noch eingehender dargestellt: Es zeigt sich, daß die thematische Akzentuierung eines Figurteils einen Affassungswechsel herbeiführen kann (RAUSCH, 4, p. 72, p. 82): Stehen die Seiten eines Parallelogramms zum Vergleich mit einer Einzelstrecke an, erscheint das Parallelogramm gewöhnlich auf einer Seite, der "Basis" aufruhend, die Schrägseiten "tragen" die dazu parallele Strecke. Wendet sich die Aufmerksamkeit der Langdiagonale zu, kann die Trennung der anschaulichen Rollen der Seiten in Basis, basisparallele Strecke und Schrägseiten aufgegeben sein. Die vor-malige Basis und die Schrägseiten erscheinen gleichberechtigt, als wären sie die Spitzen eines Pfeils, dessen Schaft die Langdiagonale bildet. RAUSCH (4, p. 96) spricht im ersteren Fall von "seitenparalleler Erstrecktheit", im zweiten von "diagonalen-

paralleler Erstrecktheit". Errechnet er die Langdiagonalenlänge und -richtung unter der Voraussetzung mathematischer Widerspruchslosigkeit aus den bei seitenparalleler Erstrecktheit erhaltenen phänomenalen Größen der Seiten und der Kurzdiagonale, so erhält er Werte, die einer empirischen Nachprüfung nicht standhalten. Die Langdiagonale bleibt im Falle diagonalenparalleler Erstrecktheit in bezug auf die Länge und Richtung um etliches hinter der rechnerischen Erwartung zurück.

Wie dieser Versuch lehrt, kann sich die Figurfassung oder -struktur (RAUSCH, 4, p. 82) ein und derselben Figur ändern, so bald man die Langdiagonale vergleichend betrachtet. Damit einher geht ein Wechsel des funktionalen Zusammenhangs der Teilgrößen, welcher sich in den von der Erwartung abweichenden Werten der Langdiagonale äußert. Wenn RAUSCH dennoch ein metrisches, "unthematisches" Gegebensein der Langdiagonale auch im Fall der seitenparallelen Erstrecktheit des Parallelogramms postuliert, obwohl die Beachtung der Langdiagonale sofort zu einem Umschlag der Figurfassung führt, so eben aufgrund des "Axioms" (RAUSCH, 4, p. 82), "daß ... in der wahrgenommenen Figur die Teilgrößen bezüglich ihrer Metrik widerspruchslos mathematisch zusammenhängen."

Die Aussage, die RAUSCH über die Kovariation von anschaulicher Struktur und Metrik der figural-optischen Wahrnehmung macht, nämlich, das immer dann auch ein Wechsel der funktionalen Abhängigkeiten gegeben ist, wenn sich die anschauliche Fassung einer Figur ändert, befähigt uns, Funktionsklassen innerhalb der Reizvorlagen empirisch abzugrenzen: wir brauchen nur nach den hypothetisch kovariierenden Phänomenen Ausschau zu halten. Wir versuchen nun, seinen Ansatz durch die Einführung einer Hypothese zu ergänzen, die einen Rahmen für den Wechsel phänomenaler und funktionaler Abhängigkeiten liefert.

4. Kapitel

Aufstellung quantitativer Hypothesen - Fortsetzung

1. Die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Manverhältnissen der "fundamentalen Kontrastfigur" und der phänomenalen Größe der Mittelstrecke

Im vorangegangenen Kapitel gelangten wir zu dem Schluß, daß es heuristisch zweckmäßiger sein könnte, Tatsachen der Wahrnehmung unter dem ökologischen Aspekt zu sehen und sich nicht etwa auf den figural-dynamischen zu beschränken. Man hätte die phänomenale Größe von Figurteilen nicht ausschließlich in Abhängigkeit von der geometrisch gefakten Vorlagenfigur zu sehen, sondern aus Gründen der Heuristik zweckmäßiger als Teil ökologischer Gegebenheiten zu betrachten. Auf diese könnte sich die phänomenale Größe primär beziehen, nicht auf die figurale Teilgröße als solche. Man hatte sich also zu fragen, wo überall und wie in unserer phänomenalen Welt "Größe" vorkommt und weiter, worin die Leistung der Größenwahrnehmung objektiv besteht, um im Einzelfall die phänomenale Größe aus dieser Leistung heraus verstehen zu können.

1. Bei der Betrachtung phänomenologischer Zusammenhänge findet man, daß die Größe an Dinge gebunden ist, und weiter, daß sie nie ohne gleichzeitige Tiefenlokalisation des betreffenden Sehdinges auftritt. Mag das Sehobjekt willkürlich oder unwillkürlich falsch lokalisiert werden, loziert wird es aber in jedem Fall (GILINSKY, 8, SOBEL, 9). Eine willkürliche Fehllokalisation wird z.B. durch Einstellung auf die projektive Größe von Sehdingen angestrebt (GILINSKY, 8); unwillkürliche Fehllokalisationen können beim Fehlen einer hinreichenden Zahl von "Tiefenfaktoren" auftreten, z: B. im Fall des am Himmel sichtbaren

Flugzeugs, welches für eine dicht vor dem Auge befindliche Mücke gehalten wird, bis man durch das Motorengeräusch, die geradlinige Bahn des Objekts oder durch die Lichtreflexe auf der Metallhaut des Flugzeugs eines besseren belehrt wird.

Die willkürliche Fendllokalisierung scheint mit Anstrengung verbunden. Nicht selten bezeichnen Vpn diesen Versuch als "künstlich" oder "gezwungen". Der Leser wird sich erinnern, daß wir ähnliche Eindrucks-schilderungen im Fall der willkürlichen Thematik von figuralen Teilgrößen erhielten. Weiterhin läßt sich beobachten, daß u.U. die Vpn das Gesichtsfeld durch Zukneifen der Augen zu reduzieren suchen (was auch eine Veränderung des Akkommodationszustands der Augenlinse bedingen kann).

Mit der Lokalisation des Gegenstandes ist auch seine anschauliche Entfernung gegeben, wie GOREL (9) überzeugend nachweist. Diese anschauliche Entfernung sei zur Unterscheidung von anderen Entfernungswerten η genannt. Ihre experimentelle Bestimmung wird im Zusammenhang mit Versuchen von KLIX (10) auf p. 60 geschildert.

2. Es sei nun die Leistungsseite der Zweifelt von phänomenaler Größe und Sehferne betrachtet. Nach den optischen Abbildungsgesetzen sind die projektive Größe eines Gegenstands und seine objektive Entfernung einander umgekehrt proportional:

$$r \sim \frac{E}{e} \quad (4).$$

r soll die projektive Größe, g die Objektgröße und e die objektive Entfernung vom Beobachter symbolisieren. In größerer Entfernung würde also ein und derselbe Gegenstand entsprechend kleiner wirken, falls die phänomenale Größe der projektiven Größe folgen würde. Wie wir aber aus einer großen Anzahl von Untersuchungen wissen (siehe ITTELSON, 11, dort weitere Literaturangaben), bleibt die phänomenale Größe eines Sehobjekts psychophysisch konstant¹⁾, sie verhält sich angenähert wie die Objektgröße, nicht wie die projektive Größe des Objekts. Da aber dem Beobachter die Objektgröße nicht unmittelbar zugänglich ist, kann die Konstanzleistung nur dadurch zustande kommen, daß er neben der projektiven Größe r über die Entfernung e des Gegenstands gesondert verfügt und daraus auf dem Weg über (4) die Objektgröße "errechnet" nach

$$g \sim r e = \text{constans} \quad (4.a).$$

Die Konstanzleistung hat somit zur Bedingung:

$$g' \hat{=} g \quad (5)$$

und damit wegen (4.a)

$$g' \sim r e = \text{constans} \quad (5.a).$$

Nun aber hat der Beobachter in einer Beobachtungssituation, in der er seinen Standort nicht wechselt, zu der objektiven Entfernung e natürlich ebensoviel unmittelbaren Zugang wie zu der Objektgröße selber. Die fragliche Konstanzleistung kann also nur dadurch zustande kommen, daß es in dem Nahreizmuster (KOFFKA, 12, p. 79 f.), mit dem allein die Wahrnehmung es zu

¹⁾ Die theoretisch immer noch nicht endgültig geklärte Frage der Überkonstanz soll hier unberücksichtigt bleiben.

tun hat - man kann es sich im Netzhautbild veranschaulichen - , einen oder auch mehrere Indikatoren der objektiven Entfernung des Gegenstands gibt. Wir wollen diese "Indikatorwerte" mit e' bezeichnen. Im Falle psychophysischer Konstanz wäre die phänomenale Größe somit zu beschreiben durch

$$g' \hat{=} g \quad (5)$$

und
$$e' \hat{=} e \quad (6),$$

da
$$g \sim r e = \text{constans} \quad (4.a)$$

und ebenso
$$g' = \text{constans}$$

Wir haben nunmehr drei Entfernungswerte zu unterscheiden: die objektive Entfernung des Gegenstands, den soeben eingeführten Indikatorwert e' und schließlich die phänomenale Sehferne η . Die Notwendigkeit, zwischen diesen Werten begrifflich zu unterscheiden, ergibt sich aus ihrer verschiedenen Herkunft. e wurde durch eine "geodätische" Messung erhalten, e' waren wir aufgrund der Leistungsbetrachtung einzuführen gezwungen und η schließlich bezieht sich auf die phänomenale Sehferne. Es wäre sehr gut möglich, daß e , e' und η einander völlig entsprechen, unbedingt notwendig ist dies aber, wegen ihrer verschiedenen Herkunft, nicht. Es ließe sich u.a. also der Fall denken, daß die phänomenale Sehferne η der objektiven Gegenstands-entfernung e folgt, der Indikatorwert e' jedoch nicht. Gilt für die phänomenale Größe g' eines Gegenstands

$$g' \sim r e' \quad (7),$$

eine Bedingung, zu der uns die Größenkonstanz geführt hat, so tritt in diesem Fall eine "Größentäuschung" auf, denn wenn

$$e' \neq e \quad (8)$$

$$\text{ist} \quad g' \neq g \quad (9) ,$$

$$\text{da ja} \quad r e' \neq \text{constans} \quad (10)$$

$$\text{wenn} \quad r e = \text{constans} \quad (4.a).$$

Wenn es gelingt, die Divergenz von e' und e aus der besonderen Beschaffenheit der Indikatorwerte des Nahreizmusters verständlich zu machen, ma.W. sie unabhängig von dem zu erklärenden Täuschungseffekt zu definieren, ließe sich eine prüfbare Vorhersage über das Auftreten, die Richtung und den Verlauf von geometrisch-optischen Täuschungen treffen. Dieser Aufgabe wenden wir uns in den nächsten Abschnitten zu.

2. Historischer Exkurs

Versuche, die geometrisch-optischen Täuschungen mit der Raumwahrnehmung in Verbindung zu bringen, hat es schon früh gegeben. THIERRY (zit.n.KLIX, 10, p. 117) "meint, solche Zeichnungen seien 'perspektivisch so angelegt', daß 'die scheinbaren Entfernungen', die ein Objekt in der Zeichnung haben solle, bei der Größe mit berücksichtigt werden müßten; denn 'wir bilden uns ein Urteil über die absolute Größe von Gegenständen, indem wir deren Gesichtswinkel nebst ihrer scheinbaren Entfernung in Betracht ziehen'". "Sie (perspektivische Zeichnungen.KLIX) werden nämlich beurteilt als Darstellung von Linien, die sich objektiv entfernen oder nähern." FILEHNE folgte 1898, drei Jahre später, mit einer ähnlichen Erklärung. Aus neuerer Zeit sind im innerdeutschen Schrifttum die Arbeiten von TAUSCH (13) und KRISTOF (14) zu nennen.

Versuche dieser Art waren scharfer methodischer Kritik ausgesetzt (Symposion über Wahrnehmung auf dem 24. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Wien, 1964). Es wurde eingewandt, daß man die Täuschungseffekte nicht durch Tatsachen der Raumwahrnehmung erklären könne, wenn keine solche vorhanden sei. KLIX (10), auf den wir uns im folgenden desöfteren beziehen, hat diesem Einwand Rechnung getragen. Die von ihm vertretene Theorie versucht nicht mehr, Täuschungseffekte durch Tatsachen der Raumwahrnehmung zu erklären, sondern hat die trotz der funktionalen Identität von räumlicher und figuraler Wahrnehmung bestehende erlebnismäßige Verschiedenheit von beidem zum Gegenstand.

Ein weiterer Punkt der Kritik betrifft die Arbeit KRISTOFs im besonderen. Er erklärt u.a. die an der fundamentalen Kontrastfigur auftretende Täuschung wie folgt:

"Die Figuren (Abb. 7. D.Verf.) sind als Bilder der gleichen objektiven Grundlage aufzufassen. Demnach liegt das Paar kurzer Strecken 'ferner'. Die der Identität widersprechende Gleichheit der Strecken a und b wird unterdrückt. Die Verarbeitung im Sinne der Größenkonstanz bewirkt, daß a länger als b gesehen wird."

Sollen wir annehmen, daß die Kontrasttäuschung fortfällt, wenn das eine Paarglied fortgenommen wird, also nur noch ein Paar von Strecken vorhanden ist? Die KRISTOFsche Erklärung legt dies in der Tat nahe. RAUSCH (4, p. 106) unterscheidet demgegenüber scharf zwischen der Existenz einer geometrisch-optischen Täuschung und deren demonstrierbarkeit. Nach ihm reicht die Existenz einer geometrisch-optischen Täuschung weit über die demonstrierbarkeit hinaus. Er führt als Beleg für seine Ansicht die Richtungs-
täuschung an, welche die Anwesenheit einer Vergleichsfigur überflüssig machen und dennoch nachzuweisen sind. Z.B. scheint eine anschaulich schräg verlaufende Gerade an einem objektiv damit fluchtenden Punkt vorbeizugehen. Ferner treten auch bei der Reproduktion einer Täuschungsfigur, wozu ebenfalls keine Vergleichsfigur notwendig ist, die aus dem Simultanvergleich bekannten Täuschungseffekte auf. Schließlich ist die von WITTE (2. a und b) erstmalig zur größenmäßigen Bestimmung geometrisch-optischer Täuschungen verwandte Methode der absoluten Urteile (siehe p. 2) zu nennen, die ebenfalls ohne Vergleichsfigur auskommt.

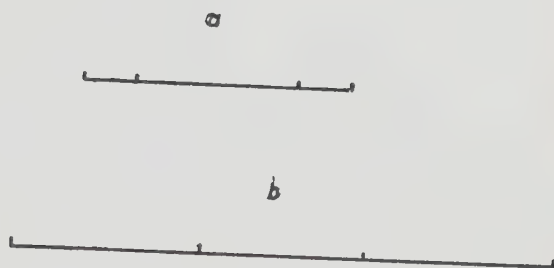


ABB. 7 KONTRAST TÄUSCHUNG
nach MÜLLER-LYER (KRISTOF)

Auch mit dieser Methode ergeben sich die beim Simultanvergleich auftretenden Täuschungen, wie LEGEWIE (unveröffentl. Tüb. Vordipl. arb. 1960) an der Symmetrietafel nachwies. Die KRISTOFsche Erklärung erscheint uns daher als zu eng. Sie weist dazuhin einen weiteren Mangel auf: Mit der von KRISTOF gewählten Versuchsanordnung (Abb. 7) läßt sich keine Aussage darüber gewinnen, ob a, wie seine Erklärung es fordert, b gegenüber verlängert wird. Es sind ihm lediglich komparativische Aussagen möglich, welche natürlich die Möglichkeit zulassen, daß a verkürzt wird, nur eben nicht in dem Maße wie b. In diesem Fall würde seine Erklärung der Täuschung nicht hinreichen. MÜLLER-LYER (3) kommt bezeichnenderweise aufgrund der gleichen Versuchsanordnung zu genau dem umgekehrten Tenluß. Er sieht das Kontrastprinzip am Werke, durch das b mehr als a verkürzt wird.

All dieser Kritik ist der Ansatz von KLIX gewachsen. Auf ihn, als den am weitesten fortentwickelten auf dem Gebiet der "Perspektivetheorien", wollen wir uns im folgenden stützen.

3. Die Beschaffenheit der Indikatorwerte des Nahreizmusters

Der Einfachheit halber sei die Krümmung der Netzhaut in den weiteren Betrachtungen vernachlässigt. Unter dieser Voraussetzung kann man sich das Nahreizmuster als perspektivische Abbildung eines vor dem Beobachter liegenden Unterraums auf eine frontalparallele Ebene veranschaulichen. Das Perspektivitätszentrum sei Z genannt (Abb. 8). Nahreizmuster und "Ursprungsgebiet", wie wir diesen Unterraum, KLIX (10, p. 109) folgend, auch nennen wollen, sind durch Abbildungsgleichungen verbunden.

Wie man sich anhand der Abb. 8 einsichtig machen kann, ist die Zuordnung entsprechender Punkte einer auf die Abbildungsebene E' abgebildeten räumlichen Ebene E_0 ein-mehrdeutig, d.h. einem Punkt P_0 im Ursprungsgebiet ist zwar ein entsprechender Punkt P_0' auf der Abbildungsebene eindeutig zugeordnet, derselbe Punkt P_0' kann jedoch ebenso gut von entsprechenden Punkten $P_1, P_2, P_3, \dots$ der Ursprungsebenen $E_1, E_2, E_3, \dots$ entworfen werden, eine eindeutige Umkehrung der Abbildung ist daher nicht möglich, die Entfernung des Ursprungspunkts nicht eindeutig angebar.

Dieser Exkurs in die Geometrie zeigt, daß das Nahreizmuster nicht ohne weiteres einen eindeutigen, objektiven Entfernungswert liefern kann. Dieselben Abbildungsverhältnisse können durch räumliche Ebenen verschiedener Lage erzeugt werden (vgl. METZGER, 5, p. 136 ff.). Um einen eindeutigen Indikatorwert zu erhalten, sind zusätzliche Rückführungsbedingungen einzuführen. Sobald an die Rückführung der projektiven Abbildung eine Zusatzbedingung gestellt wird, ist die

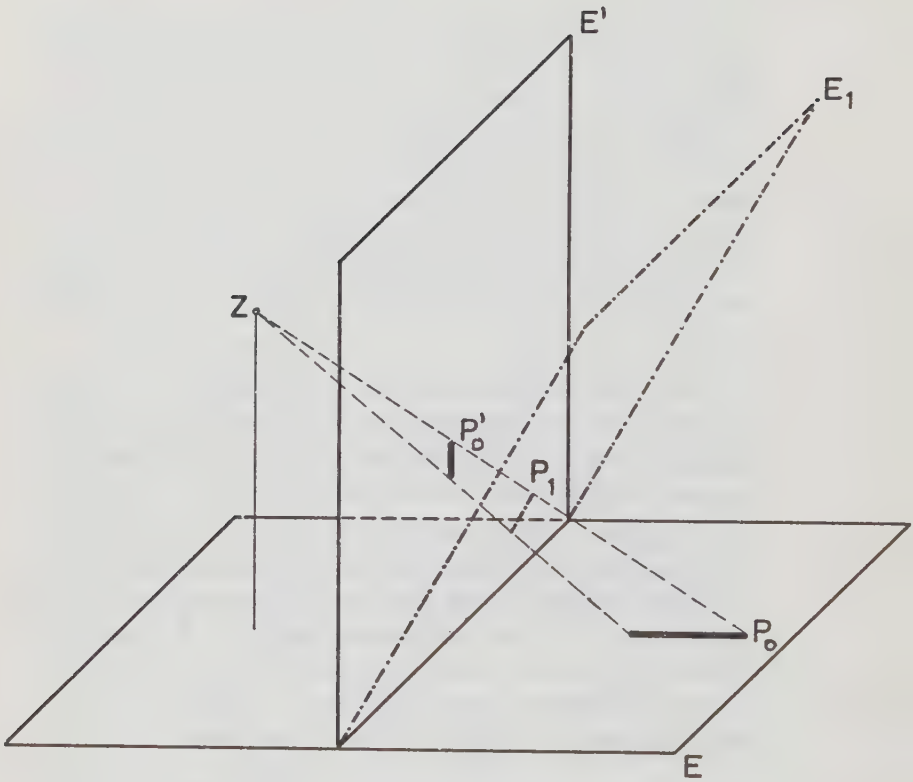


Abb. 8 PERSPEKTIVITÄT

Entfernung eines Punktes eindeutig bestimmbar. Die Zusatzbedingung könnte z.B. darin liegen, daß Rückführung in einen durch parallele bzw. orthogonale Geradenscharen charakterisierten, sogen. "euklidisch-kartesischen" Raum (RAUSCH, 4, p. 186) gefordert wird. Wenn die Wahrnehmung das Nahreizmuster als Quelle von Entfernungsinformationen nützt - und dies müssen wir aufgrund der Größenkonstanz annehmen -, muß sie über eine solche Zusatzbedingung verfügen, anders ausgedrückt, sie verarbeitet das Nahreizmuster nach einem vorbestimmten Modus ¹⁾.

Eine Möglichkeit des Auseinandertretens des Indikatorwerts e' eines Nahreizmusters und der objektiven Gegenstandsentsfernung e zeichnet sich damit schon ab: Nur in den Fällen, in denen die von der Wahrnehmung eingeführte Zusatzbedingung realiter verwirklicht ist, liefert das Nahreizmuster einen objektiven Entfernungswert, in allen anderen Fällen divergieren e' und e .

Die Frage, ob die Wahrnehmung das Nahreizmuster als alleinige Quelle von Entfernungsinformationen nützen kann und gegebenenfalls, in welcher Weise, beantworten die Experimente von KLIX (10) schlüssig. Sie seien deshalb nachfolgend referiert.

¹⁾ Auf die Rolle der Doppeleinrichtung des Sehapparates kommen wir an späterer Stelle (p. 60f.) zu sprechen.

4. Die Beziehungen zwischen Umgebungseigenschaften, Reiztopographie und Sehferne nach KLIX

Bei der Darstellung des Schlüsselexperiments folgt man am besten KLIXs (10, p. 102 f.) eigenen Ausführungen:

"Vorgegeben sei ein ausgemessenes, beobachter-nahes Umgebungsgebiet von, sagen wir, 300 x 20 x 20 cm in Länge, Breite und Höhe. Die Augen sind in Primärstellung, der Blick ist geradeaus gerichtet. Links und rechts von der Blicklinie seien in symmetrischem Abstand sechs Paare von Stäben angeordnet, und zwar so, daß die vorderen das ganze Blickfeld des Beobachters ausfüllen. Reiztopographisch entsteht etwa ein Bild wie es in Abb. 14 (vergl. unsere Abb. 10. D.Verf.) wiedergegeben ist. Wir stellen uns vor, die Allee würde auf das Doppelte ihrer Länge vergrößert. Die nun entstehende Reiztopographie entspricht etwa der in Abb. 16 (vgl. unsere Abb. 10. D.Verf.). Auf diese Weise läßt sich das reiztopographisch wirksame Umgebungsgebiet stetig in seiner Länge verändern. Jeder objektiven Vergrößerung oder Verkürzung entspricht dabei genau ein wohldefiniertes Bild der projektiven Lageverhältnisse. Der nächste Gedankenschritt führt uns zu einem Grundproblem aller weiteren Überlegungen:

Wir halten das soeben beispielhaft ausgewählte Umgebungsgebiet in allen seinen Abmessungen (gedanklich) fest. Dann lassen sich im Rahmen dieser Abstände Alleen konstruieren, deren projektives Bild einer jeweils anderen als der realen Entfernung entspricht. Beispielsweise können die Stäbe so angebracht werden, daß ihr projektives Bild genau dem entspricht, das von einer regulär

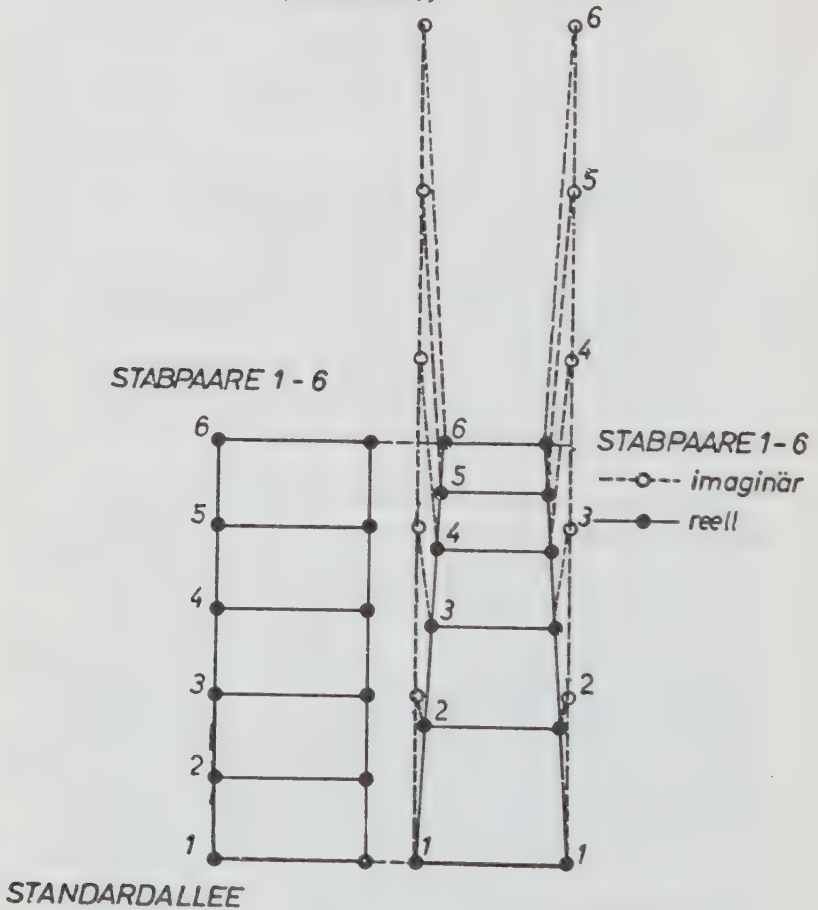
orthogonalen Allee mit doppelter Länge erzeugt würde. Prinzipiell lassen sich in einem Umgebungsgebiet mit fest gewählten Abständen Gebilde konstruieren, die zu Reiztopographien führen, deren Herkunftseigenschaften sehr verschiedenen Abständen in der Umgebung entsprechen. Die Wahl dieses methodischen Verfahrens dürfte hinreichend motiviert sein: Es erlaubt bindend zu entscheiden, ob und in welchem Grade im phänomenalen Endzustand einer Wahrnehmungsleistung jene Herkunftseigenschaften einer Reiztopographie wirksam sind, die Informationen über die außersubjektiven metrisch charakterisierbaren Verhältnisse in der Umgebung enthalten."

Im einzelnen sieht die KLIXsche Versuchsanordnung folgendermaßen aus (wir geben eine genaue Beschreibung, weil sie auch für das Verständnis des folgenden so sehr wichtig ist):

In einem Umgebungsgebiet, das sich von 97 cm bis 268 cm Augenabstand erstreckt, wird aus sechs Stabpaaren eine regulär orthogonale Alle aufgebaut. Diese sogenannte "Standardallee" liegt dicht links neben einer im selben Umgebungsgebiet von 97 cm bis 268 cm aufgebauten Staballee, die aber so konstruiert ist, daß sie ein Netzhautbild erzeugt, das dem einer regulär orthogonal erstreckten Allee von nacheinander 300, 350, 400, 450 und 500 cm identisch ist. Letztere Längen werden als imaginäre Längen einer regulär orthogonale erstreckten Staballee bezeichnet. Eine solche Alle in einem weniger tiefen Umgebungsgebiet aufzubauen, als ihr ihren imaginären Längen nach zukäme, läßt sich dadurch erreichen, daß sie nicht mehr orthogonal konstruiert wird, sondern so, daß die Fußpunkte der Stäbe auf nach

ABB. 9 SCHEMA DER VERSUCHS - ANORDNUNG VON KLIX

(Draufsicht)



Anmerkung: Der Übersichtlichkeit zuliebe sind auf der Seite der imaginären Allee nur sechs Stabpaare eingezeichnet worden, wiewohl es der größeren Länge entsprechend mehr als auf der Seite der Standardallee sein müssten, wenn der Abstand der Stabpaare beidemal derselbe sein soll.

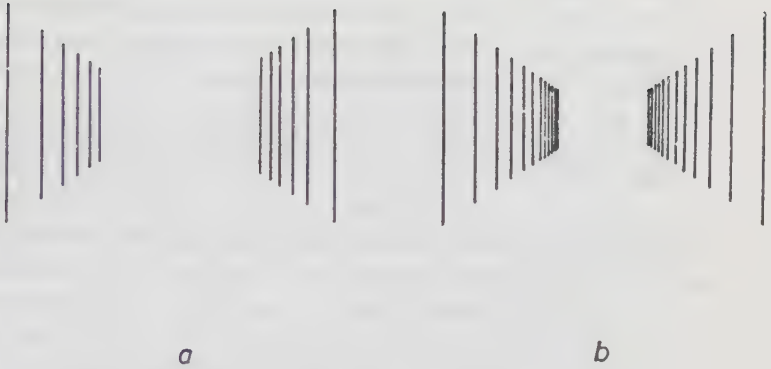


Abb. 10 a) Die Bilder verschieden langer regulär-
orthogonal erstreckter Stalleen

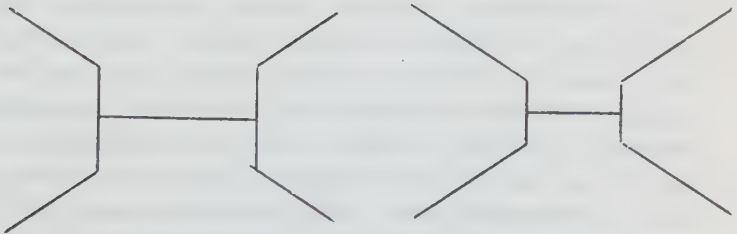


Abb. 10.b) Die Alleefiguren (n. KLIX)

ninten konvergierenden Geraden liegen (siehe Abb.9). In der Mittelachse der Standardallee läuft ein unscharf konturiertes Quadrat, welches die V_p so lange hin und herzu dirigieren hat, bis es an den Endpunkt der daneben liegenden variablen Allee gelangt.

Dieser Endpunkt liegt - wir treten jetzt in die Erörterung der Ergebnisse ein - nicht in 268 cm Augenabstand, wie nach dem Aufbau der Allee in dem Umgebungsgebiet der V_p zu erwarten wäre, sondern bei der jeweiligen imaginären Länge von 300, 350, 400, 450 und 500 cm,

"die phänomenalen Längen der konstruierten Alleen (folgen) nicht den Bildräumen, sondern ihren imaginären Urbildern."

Wir greifen die Frage des vorigen Abschnitts nun wieder auf und sind aufgrund der experimentellen Resultate von KLIX in der Lage, sie zu beantworten:

Ein und dasselbe Nahreizmuster - zur Veranschaulichung sei wieder an das Netzhautbild gedacht, welches von der Augenlinse entworfen wird - kann von unendlich vielen räumlichen Ursprungsgebieten herkommen. Eine eindeutige Zuordnung von Nahreizmuster und räumlichem Ursprungsgebiet ergibt sich daher nur unter der Bedingung, daß die Raumeigenschaften dieses Ursprungsgebietes gegeben sind. Diese Bedingung könnte auf zweierlei Weise erfüllt sein: Einmal könnten dem Beobachter außer dem Nahreizmuster weitere Informationsquellen zur Verfügung stehen, mit Hilfe derer eine eindeutige Bestimmung der objektiven Entfernung des Sehobjekts möglich ist - die Doppeleinrichtung des Sehapparates verdient in diesem Zusammenhang Aufmerksamkeit - , zum andern könnte die Wahrnehmung eine im Einzelfall mehr

oder weniger zutreffende "Annahme" über die Eigenschaften des Ursprungsgebietes machen und die Rückführung unter dieser Annahme vornehmen. Nur im letzteren Fall ist es denkbar, daß objektive Entfernung und Entfernungswert nicht übereinstimmen. (Wir sind uns im klaren darüber, daß unser Sprachgebrauch nur in der Psychophysik, nicht aber in der Phänomenologie Platz hat.)

Das Experiment hatte zu entscheiden, welche der beiden Möglichkeiten zutrifft, und, sollte die Wahrnehmung "hypothesebildend" vorgehen, welche Annahme von ihr in diesem Fall gemacht werden, anders ausgedrückt, nach welchem Modus das Nahreizmuster von der Wahrnehmung verarbeitet wird.

Aufgrund der experimentellen Befunde von KLIX wissen wir nun einiges über diesen Verarbeitungsmodus:

1. Obwohl der Alleebau mehrdeutig ist - die V_p könnte konvergierende wie parallele Stabreihen wahrnehmen -, ist die anschauliche Verwirklichung der Allee vollkommen eindeutig.
2. Die Allee wird nicht den wahren Verhältnissen entsprechend gesehen. Daraus folgt, daß nicht die physiologischen Hilfseinrichtungen des Sehens wie Akkommodation, Konvergenz, binokulare Querdissparation, Blickstellung für die Wahrnehmung der Alleeerstreckung maßgeblich sind, denn sie würden ja ein Bild der wahren Verhältnisse liefern, sondern die zusätzlichen "Annahmen", welche von der Wahrnehmung bei der Rückführung des Nahreizmusters in den Raum gemacht werden.

3. Die Stabreihen werden parallel gesehen. Die Rückführung des Nahreizmusters erfolgt demnach so, als ob das Umgebungsgebiet, von dem das Nahreizmuster herrührt, ein euklidisch-kartesischer Unterraum wäre. Ein solcher Raum ist bekanntlich durch parallele bzw. sich orthogonal schneidende Geraden-scharen charakterisiert. Dieser Befund deckt sich sowohl mit dem RAUSCHs (4, p. 186) wie METZGERS (5, p. 165 ff.), er gehört zu den gut gesicherten Tatbeständen der gestaltpsychologischen Wahrnehmungslehre.
5. Die Theorie der geometrisch-optischen Tauschungen von KLIX ¹⁾

Die jederzeit feststellbare Größenkonstanzleistung zwingt zu dem Schluß, daß der wahrnehmende Beobachter neben der retinalen Bildgröße r auch über die objektive Entfernung e eines Objekts verfügt, wiewohl ihm diese Entfernung nicht direkt zugänglich ist. Um auszudrücken, daß es sich nicht um die direkt zugängliche Entfernung e eines Sehobjekts, sondern um eine Information darüber handelt, wählten wir für die leistungsrelevante Größe die Bezeichnung "Indikatorwert" und kennzeichneten diesen mit e' .

Nach KLIX (10, p. 199) könnten Informationen über die objektive Entfernung eines Objekts aus zweierlei Quellen stammen. Einmal könnten die physiologischen Hilfseinrichtungen des Sehens solche Informationen liefern, zum andern das Nahreizmuster selbst, denn, wie noch auszuführen sein wird, führt auch eine maximal irreguläre Objektverteilung auf einer Ebene,

¹⁾ Wir geben eine freie, auf unsere Belange zugeschnittene Darstellung

als die wir vereinfachend die Erdoberfläche in ihrem ökologischen Ausschnitt verstehen wollen, zu entfernungsabhängigen Regelmäßigkeiten der Objektanordnung im Netzhautbild.

Eine jederzeit scharfe Abbildung der Objekte auf dem Augenhintergrund wird dadurch gewährleistet, daß sich die Krümmung der Augenlinse ändert, so daß der Brennpunkt der einfallenden Strahlen immer auf der Netzhaut zu liegen kommt. Man bezeichnet dies als Akkommodation.

Die von der Linse auf dem Augenhintergrund entworfenen Bilder würden bei beidäugigem Sehen nicht immer auf die Stellen deutlichsten Sehens fallen, wenn die Augen nicht konvergieren würden.

Wie man leicht sieht, ist jeder Objektentfernung ein bestimmter Akkommodationszustand und eine bestimmte Konvergenzstellung der Augen ein-eindeutig zugeordnet. Aus dem "Mitlaufen" dieser Größen mit der objektiven Entfernung schöpft KLIX (10, p. 193) die Berechtigung, von ihnen als "Parametern" zu sprechen. Zur Gruppe der Entfernungsparameter zählt KLIX neben Akkommodation und Konvergenz die Kopf-Augen-Relationen und die binokulare Querdisparation. Diese Parameter könnten in der Tat eindeutige Informationen über die objektive Entfernung eines Objekts liefern. E.v.HOLST (15) hat bekanntlich eine auf den Entfernungsparametern Akkommodationszustand und Konvergenzstellung gegründete Theorie der Größenkonstanz zu geben versucht. Wir wollen die in den Parametergrößen enthaltenen Informationen über die objektive Entfernung e mit e_1' bezeichnen.

Als zweite Quelle von Entfernungsinformationen könnte das Nahreizmuster selbst dienen. Es sei im Netzhautbild veranschaulicht. Bildet man nämlich eine Ebene, auf der sich hinreichend viele Objekte in völlig regelloser Anordnung befinden, auf eine andere Ebene ab, so ergeben sich in dieser Abbildung gewisse Regelmäßigkeiten der Anordnung. Wenn wir vereinfachend die Eroberfläche in ihrem ökologischen Ausschnitt als Ebene betrachten, muß also das Netzhautbild solche Regelmäßigkeiten aufweisen. Nach dem Entdecker ihrer theoretischen Bedeutung werden sie summarisch "GIBSON-Regelmäßigkeiten" genannt. KLIX (10, p. 96) beschreibt sie folgendermaßen:

- " 1. Mit zunehmender Entfernung der Körper nähert sich ihr Projektionsort immer mehr dem horizontalen Median an. Der Horizont einer Ebene fällt mit ihm zusammen.
2. Alle zur Blickrichtung symmetrischen Abstände (symbolisch als Parallelenmuster vorstellbar) konvergieren mit zunehmender Entfernung zum Schnittpunkt der ebenen Raumkoordinaten hin, der mit dem Frontalpol des VIETH-MÜLLER-Torus zusammenfällt.
3. Diese Bildkonvergenz in der Breite gilt auch für die Höhe: Mit zunehmendem Abstand werden die mittleren Körperbildgrößen immer kleiner. Das führt dazu, daß mit Annäherung an den horizontalen Median die topographischen Lagebeziehungen immer dichter werden.
4. An der Grenze des geometrisch Abbildbaren liegen die abstandsabhängigen Energieverteilungen der reflektierten Strahlung. Allgemein gilt, daß nicht nur die Energiedichte mit zunehmender Entfernung abnimmt, sondern auch das Lichtegefälle

an den Grenzen reflektierender Oberflächen an Steilheit verliert, "

Eine objektiv orthogonale Allee liefert schematisch das Bild, das Abb. 10 bietet. An ihm kann man sich die von KLIX beschriebenen Regelmäßigkeiten z.T. veranschaulichen: Die Stabreihen laufen zusammen, ihre Abstandsichte nimmt zu, die Stabgröße nimmt ab. Die Nutzung dieser Regelmäßigkeiten als Information über die Objektentfernung durch die Wahrnehmung hätte indessen zweierlei zur Voraussetzung:

Erstens: Da es sich um topographische Regelmäßigkeiten handelt, müssen sie auf ein Koordinatensystem bezogen sein. Dieses Koordinatensystem muß gegen Lageänderungen des Beobachters, innerhalb gewisser Grenzen wenigstens, invariant sein, wenn es die Aufgabe erfüllen soll, eindeutige Informationen über die Umgebung zu liefern. Ein und derselbe Punkt der Umgebung würde sonst bei Lageänderungen des Beobachters jeweils andere Koordinatenwerte annehmen und damit der Umgebung nicht mehr eindeutig zuzuordnen sein. KLIX (10, p. 19-81) verwendet den ersten Teil seiner Untersuchungen darauf, ein solches, Lageänderungen des Beobachters gegenüber invariantes Koordinatensystem in der optischen Wahrnehmung nachzuweisen.

Zweitens: Die projektive Abbildung einer Ebene, wie sie auf der Netzhaut vorliegt, ist, wie schon ausgeführt, nicht mehr eindeutig in ihr Ursprungsgebiet zurückführbar. Nicht nur eine Ebene mit völlig regelloser Objektanordnung könnte die beschriebenen Regelmäßigkeiten des Netzhautbilds erzeugen, sondern ebenso beliebige andere Ebenen mit entsprechend weniger regelloser Objektanordnung. Die Wahrnehmung muß daher, wenn sie die GIBSON-Regelmäßigkeiten als eindeutige Ent-

fernungsinformationen nutzen soll, im Besitz einer "Annahme" über die räumlichen Eigenschaften des Ursprungsgebiets sein, d.h.d. sie hat das Nahreizmuster in ganz bestimmter Weise zu verarbeiten."Sie legt etwas in das Nahreizmuster hinein", wie man auch sagen könnte.

Der letztere Gesichtspunkt scheint KLIX von untergeordneter Bedeutung zu sein; er richtet sein Hauptaugenmerk auf die Leistung dieses Verarbeitungsmodus, nicht auf die Prozessstruktur. Es ist deshalb nicht ganz zu verstehen, warum er sich in einem solch scharfen Gegensatz zu der Gestaltpsychologie sieht (KLIX, 10, p. 129), die ihr Schwergewicht gerade auf diesen, von ihm als zweirangig betrachteten Punkt legt und sich infolgedessen mit seinem Ansatz kaum überschneidet. Eine ausschließliche Festlegung auf den Leistungsaspekt weist jenen Mangel auf, den BORING (16, p. 362) gegen GIBSON ins Feld führt: "what GIBSON calls a 'theory' is thus only a description of a correlation, a theory which tells how but skimps on why." Bemerkenswerterweise kommen RAUSCH (4, p. 350 ff.) und METZGER (5, p. 165 ff.), Exponenten der gestaltpsychologischen Wahrnehmungslehre, zu genau dem gleichen Schluss wie KLIX, nämlich, das der Anschauungsraum eine euklidisch-kartesische Struktur besitze. Sie versuchen obendrein, das von KLIX vernachlässigte "Warum" zu beantworten, indem sie die euklidisch-kartesische Struktur des Anschauungsraums mit dem Wirken der Prägnanztendenz in Verbindung bringen. Vom Sachlichen her scheint sich uns also kein Gegensatz konstruieren zu lassen.

Es wird nun deutlich, wie es zu einem Auseinandertreten der Parametern zugeordneten Entfernungswerte e_1' und der durch Rückführung des Nahreizmusters in einen euklidisch-kartesischen Unterraum zu erhaltenden Entfernungswerten e_2' kommen kann: Dies wird immer dann eintreten, wenn das auf dem Augennintergrund entworfene Bild in Wirklichkeit nicht von einem euklidisch-kartesischen Unterraum herrührt. Der Experimentator braucht der Vp nur geometrische Figuren oder Körper zu "unterschieben", die das gleiche Bild wie ein entsprechender euklidisch-kartesischer Unterraum ergeben, ohne aber einem solchen zu entstammen, um e_1' welches, wenn überhaupt, immer die objektive Entfernung gibt, und e_2' auseinandertreten zu lassen.

Um solche Figuren (es könnten, wie gesagt, ohne das Grundsätzliche zu berühren, auch Körper genommen werden) handelt es sich nach KLIX (1c) bei den Täuschungsfiguren. ES ist nur folgendes zu unterstellen: erstens, daß im Falle geometrisch-optischer Täuschungen die beiden Entfernungswerte e_1' und e_2' auseinandertreten und, zweitens, daß der durch Rückführung des Nahreizmusters in einen euklidisch-kartesischen Unterraum erhaltene Entfernungswert e_2' die phänomenale Größe eines Sehobjekts über die Gleichung

$$g' \sim r e_2' \quad (11)$$

bestimmt, der Parameterwert e_1' dagegen die phänomenale Sehferne. Die Parametergrößen würden beim Hingleiten des Blicks über eine Täuschungsfigur nullwertige Tiefenunterschiede vermelden, die in der Figur enthaltenen GIBSON-Regelmäßigkeiten würden jedoch Entfernungsunterschiede anzeigen, die sich nach der obigen Annahme in der phänomenalen Größe niederschlagen müßten.

Wir formulieren die These von KLIX folgendermaßen:
Immer wenn zwei eindeutig bestimmte Entfernungswerte e_1' und e_2' eines Sehobjekts gegeben sind und wenn diese Entfernungswerte nicht übereinstimmen, folgt die phänomenale Sehferne den Entfernungswerten e_1' , die den Parameterwerten zugrunde liegen, die phänomenale Größe des Sehobjekts dagegen den Entfernungswerten e_2' , die sich durch Rückführung des Reizmusters in einen euklidisch-kartesischen Unterraum ergeben. Zu beachten ist, daß die These nur dann Geltung beansprucht, wenn beide Entfernungswerte eindeutig bestimmt sind. Wie man sich leicht klarmachen kann, verlieren die Parameterwerte von größeren Objektentfernungen ab ihre Bedeutung, da dann die ins Auge fallenden Lichtstrahlen nicht mehr nennenswert von der Parallelität abweichen, die beiden Augen also weder weiter zu akkommodieren, noch zu konvergieren brauchen. Es ist noch nicht systematisch untersucht worden, was dann geschieht, wir würden aber mit KLIX annehmen, daß die Entfernungsinformation ganz von den reiztopographischen Erwartungswerten übernommen wird, so daß erlebte Entfernung und funktional wirksamer Entfernungswert übereinstimmen, beide jedoch von der objektiven Entfernung abweichen, ~~maßw.~~ daß Tiefenttäuschungen auftreten können. Andererseits erscheint es auch möglich, daß die reiztopographischen Erwartungswerte ihre Bedeutung verlieren, dann nämlich wenn sie unökologisch große Entfernungen anzeigen würden. KLIX spricht in diesem Zusammenhang von der Möglichkeit eines Lominanzwechsels der beiden Systeme, wie wir ihn von der Lageorientierung her beispielsweise kennen, wo vestibuläres und optisches System zusammen-oder in gewissen Fällen gegeneinanderspielen.

Da wir in der "fundamentalen Kontrastfigur" einen Wechsel der anschaulichen Struktur beim Durchlaufen der Figurvariationen festgestellt zu haben glauben, liegt es nahe, einen solchen Dominanzwechsel damit in Verbindung zu bringen, es könnte beispielsweise ein Wechsel von der Bedingung $\eta \hat{=} e_1' \hat{=} e_2' \hat{=} e$ zu der Bedingung $\eta \hat{=} e_1' ; e_1' \hat{=} e_2'$ stattfinden.

Die Art der Beweisführung für die These, das figurale Dynamik und Tiefenwahrnehmung homolog seien, scheint uns bei KLIX allerdings angreifbar. Es sei auf diese Beweisführung näher eingegangen.

Die regulär-orthogonale Standardallee von KLIX erstreckt sich in einer Entfernung von 97 cm bis 268 cm vom Beobachter. Ein solches, zu den gleichen reiztopographischen Regelhaftigkeiten führendes Umgebungsgebiet wie ein Umgebungsgebiet mit völlig regelloser Objektverteilung wird kurz "Unterraum" genannt (KLIX, 10, p. 103). Die erlebte Entfernung des letzten Stabpaars der im oben beschriebenen Umgebungsgebiet konstruierten imaginären regulär-orthogonal erstreckten Alleen von nacheinander 300, 350, 400 ... cm Länge von dem letzten Stabpaar der Standardallee wird von KLIX in Prozent der Entfernung des letzteren vom Beobachter, also in Prozent von 268 cm angegeben. Berichtet KLIX von einer imaginär orthogonalen Allee von 500 cm Länge eine Sehfernenänderung von 93 Prozent, so beträgt die phänomenale Sehferne des letzten Stabpaars dieser Allee demnach $268 + \frac{93 \times 268}{100} = 518$ cm. Wie schon erwähnt, fand KLIX, daß die phänomenalen Sehfernen nicht der Tiefe des Umgebungsgebietes folgen, in welchem die Alleen konstruiert wurden, sondern "ihren imaginären Urbildern" (KLIX, 10, p. 112), nämlich euklidisch-kartesischen Unterräumen.

In einem zweiten Schritt werden nun die projektiven Bilder der imaginären regulär-orthogonalen Alleen betrachtet. Sie haben mit der MÜLLER-LYER-Figur den Bildnennen- und Bildgrößengradienten gemeinsam. Wie der Versuch zeigt, täuscht man sich in der Breite des projektiven Alleendes, das der Hauptlinie der MÜLLER-LYER-Figur mit auswärts gekehrten Winkelschenkeln entspricht. Die Täuschungsbeträge werden von KLIX in Prozent der projektiven Breite des Alleendes angegeben.

Es läßt sich nun die phänomenale Sehfernenänderung der in dem Umgebungsgebiet von 97 cm bis 268 cm konstruierten Allee mit den prozentualen Täuschungsbeträgen der Alleeabbildungen vergleichen. Ein solcher Vergleich zeigt jedoch keine befriedigende Übereinstimmung der beiden Wertverläufe.

Nach KLIX ist aber eine solche Übereinstimmung auch gar nicht zu erwarten (KLIX, 10, p. 122), da erst die Täuschungsbeträge in Längeneinheiten der Allee umzurechnen sind oder umgekehrt, die Längeneinheiten der Allee in figuralen Einheiten (KLIX, 10, p. 122). Zu diesem Zweck wird der Sehwinkel bestimmt, unter dem das projektive Alleende dem Beobachter erscheint. Er heiße $2\varphi_K$.

Beträgt die Breite des projektiven Alleendes objektiv $2k$, so wird, wie man sich anhand der Abb. 11 veranschaulichen kann, unter einem Beobachtungsabstand von 1 m

$$\tan \varphi_K = \frac{k}{1} \quad (12).$$

Man erhält die halbe Alleebreite der dem projektiven Bild entsprechenden orthogonalen Allee durch Multiplikation mit der vom Beobachter aus gerechneten "Unterraumlänge" L (Definition der Unterraumlänge bei

KLIX, 10, p. 110). Nun tauscht man sich aber in der Größe des projektiven Alleendes. Man hat nicht die Breite $2k$, sondern $2(k + k_t)$. Um den Tauschungsbeitrag in Längeneinheiten der Allee ausdrücken zu können, führen wir - in genau der gleichen Weise wie soeben die objektive Breite des Alleendes - nun die anschauliche Breite in den Raum zurück. Anstatt $L \tan \varphi_k$ erhält man laut KLIX (10, p. 123) $L (\tan \varphi_k + k_t)$, d.h. eine größere Alleebreite als vorhin. Das Vorgehen bedeutet in beiden Fällen nichts anderes als eine perspektiv ähnliche Abbildung der Alleefiguren in der Entfernung L oder, noch anders ausgedrückt, eine verhältnismäßige Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Alleefiguren.

Die Umrechnung der Breite in Alleeinheiten findet erst jetzt statt. Wir nennen die in Längeneinheiten umgerechnete Breite L^* . Da die Rückführung in einen euklidisch-kartesischen Raum erfolgen soll, ist das phänomenal verbreiterte Alleende $L (\tan \varphi_k + k_t)$ so weit parallel zurückzuverschieben, daß es wieder mit dem Sehwinkelwert $\tan \varphi_k$ übereinstimmt (siehe Abb. 11):

$$\tan \varphi_k = \frac{L (\tan \varphi_k + k_t)}{L^*} \quad (13)$$

$$\text{und damit} \quad L^* = \frac{L (\tan \varphi_k + k_t)}{\tan \varphi_k} \quad (13.a)$$

Nunmehr stellt KLIX einen Vergleich zwischen den tatsächlich erhaltenen Alleelängen und der in Alleeinheiten umgerechneten anschaulichen Breite des projektiven Alleendes an. Er findet, daß sich diese Werte

¹⁾ Man beachte, daß nach (12) $\tan \varphi_k = k$!

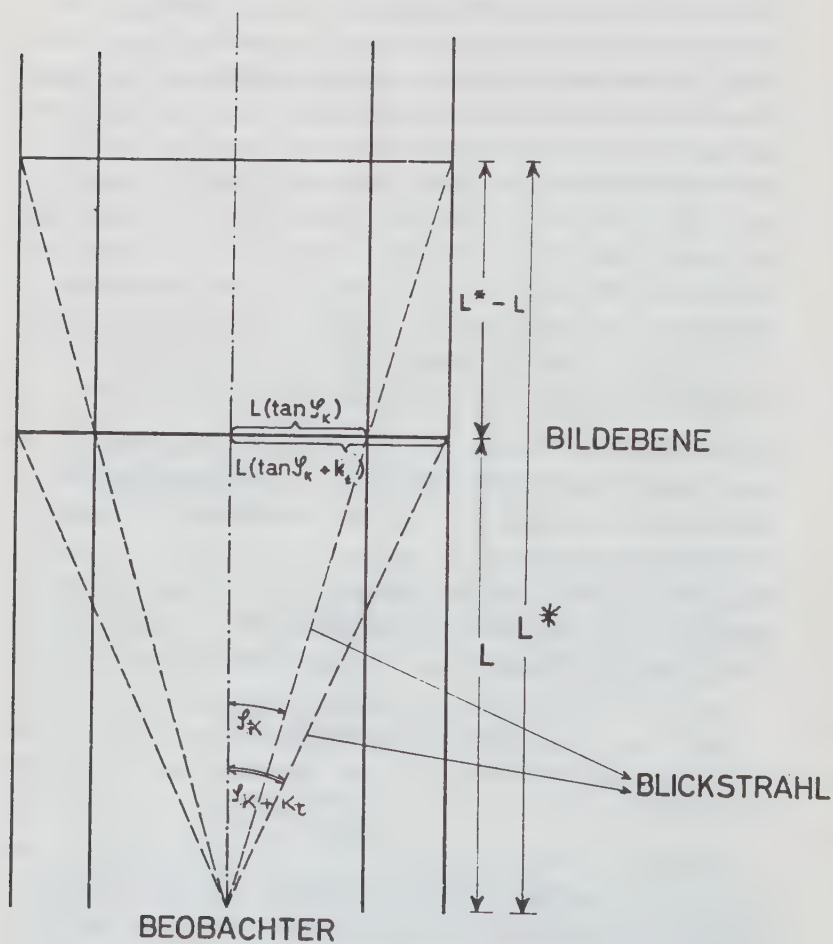


Abb. 11 RÜCKFÜHRUNG DER PHÄNOMENALEN GRÖSSE IN IHR RÄUMLICHES URSPRUNGSGEBIET (nach KLIX)

praktisch nicht unterscheiden und schließt daraus, daß figurale Dynamik und Tiefenwahrnehmung funktional identisch sind.

Dazu ist zu bemerken, daß KLIX aufgrund seines Umrechnungsverfahrens ein noch viel beeinaruckenderes Ergebnis hätte erzielen können, wenn sich seine V_{pn} in der Breite des projektiven Alleendes gar nicht getäuscht hätten, dann nämlich ergäbe sich aus (15.a) $L^* = L$, da $k_t = 0$. Da andererseits die phänomenale Senferne den imaginären Unterräumen von der Länge L folgen soll (KLIX, 10, p. 111), ergibt sich die absurde Konsequenz, daß vollkommene funktionale Identität dann besteht, wenn $L^* = L = \eta$, wenn also die Alleeabbildung keine geometrisch-optische Täuschung hervorruft. So nun verursachen die Täuschungsbeträge eine leidige, aber angesichts der Größenordnung der Alleelängen scheinbar zu vernachlässigende Differenz, die jedoch bemerkenswerterweise stets das gleiche Vorzeichen aufweist!

Der geschilderte Fall ist geeignet, das Irreführende der von KLIX gewählten Darstellung sichtbar zu machen. Wie man sich erinnert, bestand der erste Teil des Umrechnungsverfahrens darin, daß die Alleeabbildungen einmal in ihren objektiven, zum anderen in ihren phänomenalen Abmessungen perspektiv ähnlich in der Entfernung L abgebildet wurden. Der Breitenüberschuß, der sich wegen der optischen Täuschung dabei ergibt, wurde in Alleeinheiten umgerechnet und der vorgenannten Entfernung L zugeschlagen. Man ist versucht, die sich dabei ergebende imaginäre Alleelänge L^* mit der erwarteten Alleelänge L zu vergleichen und die Nichtbeachtlichkeit der Abweichungen davon zu konstatieren; dies wäre jedoch falsch, denn die Übereinstimmung ist

ja durch die Umrechnungsprozedur bis auf die Differenz $L^* - L$ erzwungen worden! Wir werden deshalb den Gedanken von KLIX eines Zusammenhangs zwischen Raumwahrnehmung und geometrisch-optischen Täuschungen auf z.T. andere Weise zu verwirklichen suchen.

6. Die Rückführung der "fundamentalen Kontrastfigur" in einen euklidisch-kartesischen Unterraum

Die "fundamentale Kontrastfigur" liege frontparallel im Abstand k in Augenhöhe vor dem Beobachter. Ihre Mittelstrecke sei a genannt, ihre Grundstrecke c . Das von der Figur auf dem Augennintergrund entworfene Bild, welches im vorangegangenen als "Nahreizmuster" bezeichnet worden ist, ist unter diesen Abbildungsverhältnissen der Figur geometrisch ähnlich, d.h. Winkel und Streckenverhältnisse bleiben erhalten. Der Rückführung der Figur in einen Unterraum entspricht daher die Rückführung des Nahreizmusters in einen solchen. Diese Rückführung sei jetzt vorgenommen. Die sich bei der Rückführung der Figur in einen euklidisch-kartesischen Unterraum ergebende Unterraumlänge sei Δe genannt, der Abstand, in dem die Figur vom Beobachter ohnehin schon liegt, sei k .

Laut Strahlensatz ist, wie aus Abb. 12 zu ersehen, welche die Rückführung in der Draufsicht zeigt, allgemein

$$\frac{a'}{a} = \frac{\Delta e + k}{k} \quad (14),$$

wobei a' die rückprojizierte Mittelstrecke a bedeutet.

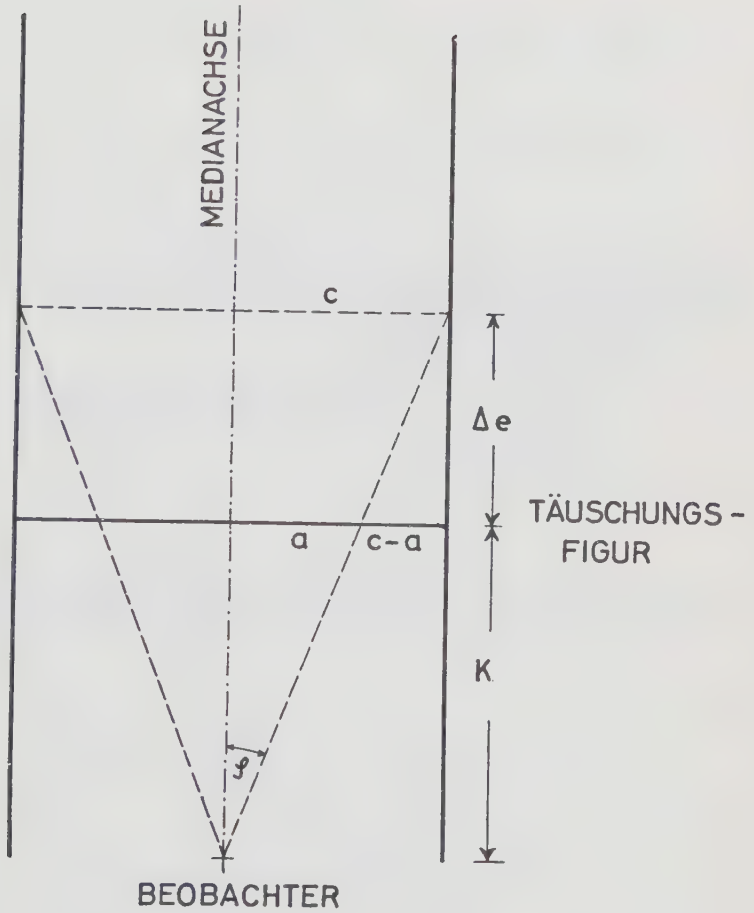


Abb. 12 Die Rückführung der "fundamentalen Kontrastfigur" in einen euklidisch-kartesischen Unterraum (Draufsicht)

Für einen euklidisch-kartesischen Unterraum gilt wegen der Parallelität die Sonderbedingung

$$a' = c \quad (15).$$

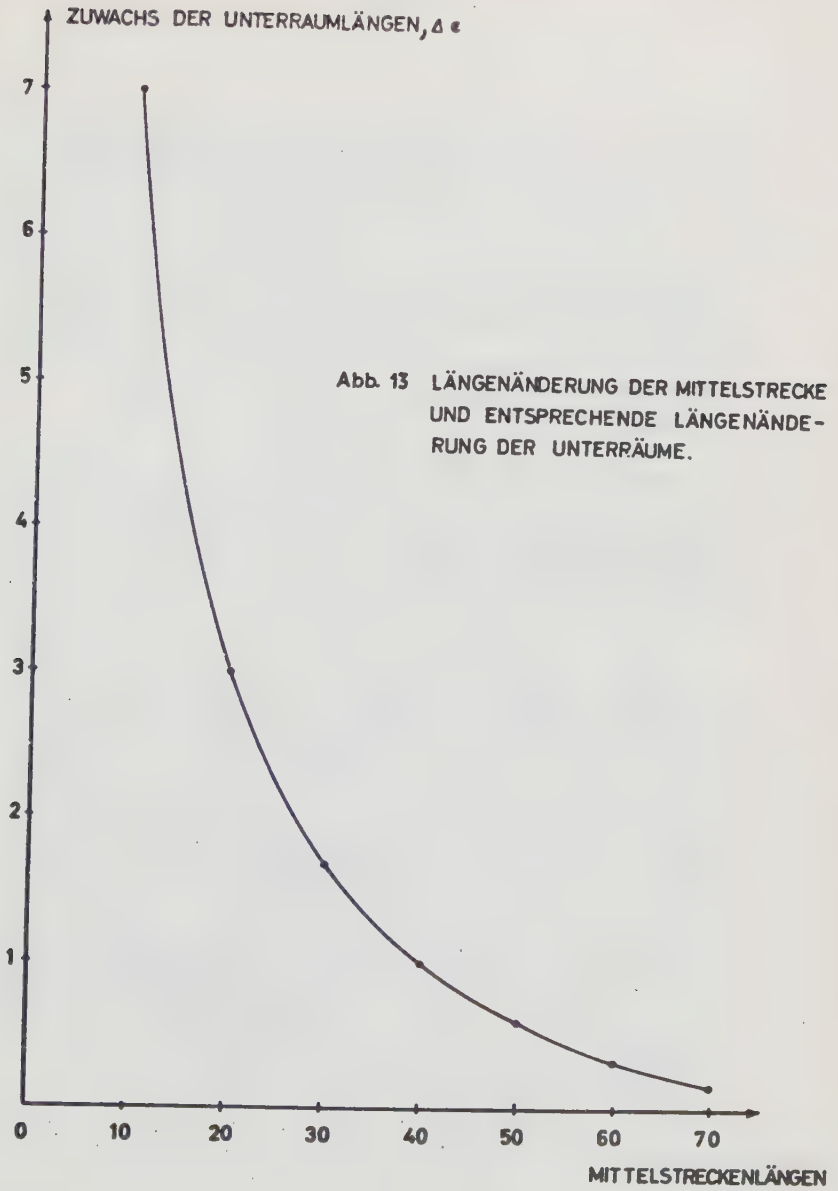
Die Unterraumlänge Δe ergibt sich damit zu

$$e = K \left(\frac{c}{a} - 1 \right) \quad (16)$$

Setzen wir in (16) die objektiven Maße unserer Versuchsfiguren, sowie den Beobachtungsabstand k ($k = 100 \text{ cm}$) ein, so erhalten wir z.B. folgende Unterraumlängen: (siehe auch Abb. 13)

Tab. 3 Die Unterraumlängen Δe der in euklidisch-kartesische Unterräume zurückgeführten Kontrastfigur

a	10	20	30	40	50	60	70
e	7	3	1,67	1	0,6	0,33	0,14



7. Formulierung einer Hypothese über den wertmäßigen Verlauf der "fundamentalen Kontrasttäuschung"

Der Unterraumlänge Δe entspricht, wie wir aus den experimentellen Befunden von KLIX wissen, ein Entfernungswert $\Delta e'$. Die Unterraumlänge Δe der rückgeführten Kontrastfigur errechnet sich nach

$$\Delta e = k \frac{c - a}{a} \quad (16).$$

Da e' andererseits über (7) mit der phänomenalen Größe g' verbunden ist:

$$g' \sim r e' \quad (7),$$

gilt bei Größenkonstanz auch

$$e \sim g' \quad (17)$$

und damit

$$\Delta g' \sim \frac{c - a}{a} \quad (18).$$

In Worten: Der Zuwachs $\Delta g'$ der phänomenalen Größe der Mittelstrecke folgt der Längendifferenz zwischen Grund- und Mittelstrecke, ins Verhältnis gesetzt zu der Länge der Mittelstrecke.

Der Zuwachs der phänomenalen Größe $\Delta g'$ drückt sich aus in den Täuschungsbeträgen des Simultanvergleichs. Er zeigt sich darin, daß mehr oder auch weniger an objektiver Länge gebraucht wird, um phänomenal Größen-gleichheit zu erhalten, als nach den objektiven Größen zu erwarten wäre. Nennen wir die auf diese Weise bestimmten Täuschungsbeträge d , so haben wir schließlich und endlich

$$d \sim \frac{c - a}{a} \quad (19).$$

Diese Formel gäbe den Verlauf der Täuschungsbeträge der Mittelstrecke, wenn sich deren funktionaler Zusammenhang im Verlauf der Figurvariation nicht ändern würde. Nun haben wir ja Grund zu der Annahme (siehe p. 33), daß der funktionale Zusammenhang der Mittelstrecke wechselt, und zwar am häufigsten bei der Mittelstreckenlänge $a = 47,2$ mm. Wegen der inter- und intraindividuellen Variabilität psychologischer Meßresultate, die übrigens auch schon in der Strukturanalyse zum Ausdruck kam, (siehe p. 32) ist nicht zu erwarten, daß sich der Funktionswechsel als ein scharfer Sprung im Werteverlauf ausprägen wird. Hier wie dort dürfte der Umschlagpunkt um seinen "wahren" Wert streuen. Man hat diesen hypothetischen Umschlagpunkt daher als eine Zufallsvariable zu betrachten, deren Verteilungsfunktion

$$p = f(a) \quad (20)$$

sei.

Über die Verteilungsfunktion

$$p = f(a) \quad (20)$$

können wir aufgrund der strukturanalytischen Befunde (siehe p. 23-33) einiges vermuten. Die Verteilung wird einen deutlichen Gipfel aufweisen, und zwar wird der häufigste Wert in der Gegend von $a = 47,2$ mm liegen.

Von der Verteilungsfunktion ist die relative Häufigkeit des fraglichen funktionalen Zusammenhangs bestimmt und mithin auch die durchschnittliche Größe der Täuschungsbeträge, denn der Durchschnitt hängt von der relativen Häufigkeit von Meßwerten ab. Die durchschnittlichen Täuschungsbeträge $\bar{d}$ würden sich demnach ergeben nach

$$\bar{d} \sim p \frac{c - a}{a} \quad (21).$$

Lösen wir die Gleichung nach p auf und setzen die durchschnittlichen empirischen Täuschungsbeträge ein, so hat sich unter p eine Verteilungsfunktion zu ergeben, welche genau die obengenannten Charakteristika aufweist, wenn unsere Annahme gelten soll, daß der Strukturwechsel einer Figur Anzeichen eines Wechsels von funktionalen Abhängigkeiten ist und die zunächst ja hypothetische Funktion

$$g' \sim \frac{c - a}{a} \quad (19)$$

das tatsächliche Geschehen trifft. Ergibt sich die erwartete Verteilungsfunktion, können beide, voneinander logisch unabhängige Annahmen - die einer Kovariation von anschaulicher Fassung und funktionalen

Abhängigkeiten und die einer Abbildung der Figur in einen euklidisch-kartesischen Unterraum entsprechenden metrischen Veränderung- als bestätigt betrachtet werden.

5. Kapitel

Die Befunde

1. Die Verteilungsfunktion p des veränderten funktionalen Zusammenhangs der Mittelstrecke

Setzt man die empirischen Täuschungsbeträge d aus Tat. 4 (p. 87) in die nach p aufgelöste Rückführungsformel

$$p \sim d \frac{a}{c - a} \quad (21.a)$$

ein, so erhält man die Werte der zweiten Spalte der Tab. 5. Sie stellen den zahlenmäßigen Anteil des veränderten funktionalen Zusammenhangs je Variationsklasse bis auf einen Proportionalitätskoeffizienten k dar. Die Änderungs"häufigkeit" je Klasse wird durch den Rückgang von kumulierten auf die einfachen "Häufigkeiten" erhalten. Diese sind in der dritten Spalte der Tab. 5 angegeben.

Es ist zu beachten, daß die Variationswerte a der ersten Spalte obere Klassengrenzen, nicht Klassenmitten, bezeichnen. Den empirischen Täuschungsbeträgen liegt angenommenermaßen eine stetige Verteilungsfunktion des veränderten funktionalen Zusammenhangs zugrunde. Geht man aber von einer stetigen Verteilungsfunktion zu einer diskreten über, so werden aus den jeweiligen Argumentwerten obere Klassengrenzen. Wir haben eine solche Umwandlung vorgenommen, um mit der Häufigkeitsverteilung der Angaben über eine veränderte figurale Struktur vergleichen zu können, streng genommen ist p eine Dichtefunktion. Von "Häufigkeiten" kann im Zusammenhang mit dem veränderten funktionalen Verhalten der Mittelstrecke nur in einem fiktiven Sinne die Rede sein, auch wenn wir dies im folgenden nicht jedesmal neu hinzusetzen. Wir belassen es in der Bezeichnung dieser "Häufigkeiten"

Tab. 4

Die Täuschungsbeträge d der "Kontrastfigur"

a	d	d in Prozent von a
10	0,8	8
20	1,1	5,5
30	2,2	7,3
40	3,6	9,0
50	5,3	10,6
60	4,4	7,3
70	2,0	2,9

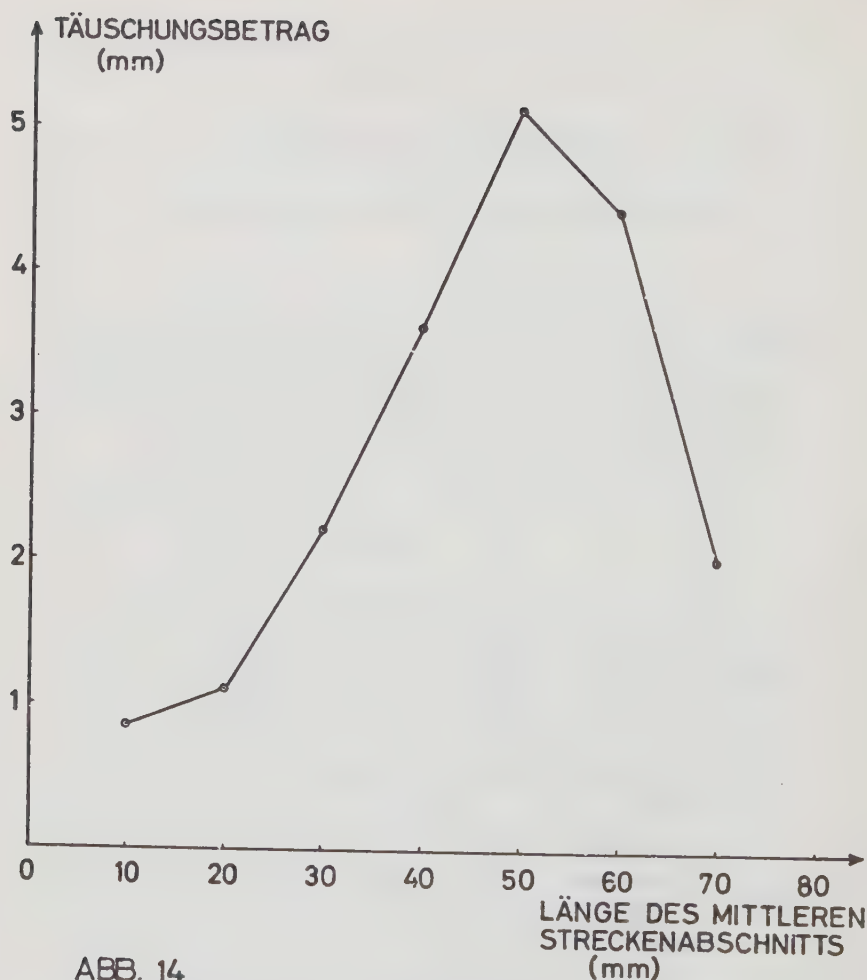


ABB. 14

ABWEICHUNG DER GRÖSSE DES ANSCHAUlichen
ÄQUIVALENTS DES MITTLEREN STRECKENABSCHNITTS
VON DESSEN VORLAGEMÄSSIGER GRÖSSE

Tab. 5 Die der "Häufigkeit" des veränderten funktionalen Zusammenhangs proportionalen Werte $k p_{\text{kum}}$ und die der "Häufigkeit" der Änderung dieses Zusammenhangs proportionalen Werte $k p$

a	$k p_{\text{kum}}$	$k p$
10	0,11	0,11
20	0,37	0,26
30	1,32	0,95
40	3,60	2,28
50	8,85	5,25
60	13,20	4,35
70	14,00	0,80

bei p_{kum} bzw. p .

Betrachten wir nun die, wie gesagt, fiktiven Häufigkeiten des veränderten funktionalen Zusammenhangs der Mittelstrecke! Das Häufigkeitsdiagramm (siehe Abb. 15) könnte sich sehr wohl als das Bild der Verteilungsfunktion einer Zufallsvariablen deuten lassen. Die kumulierten Häufigkeiten zeigen einen ogivenförmigen Verlauf, wie wir ihn von Verteilungsfunktionen kennen. Wie sich beim Rückgang von den kumulierten zu den einfachen Häufigkeiten zeigt, häufen sich die Werte p an einer bestimmten Stelle, so daß man vom deutlichen Vorliegen einer zentralen Tendenz sprechen kann. Der häufigste Wert liegt bei $a = 47,6$ mm. Die Häufigkeitsverteilung ist allerdings nicht symmetrisch, sondern weist eine rechtsseitige Asymmetrie auf. Gerade dies scheint uns aber ein weiterer Hinweis darauf, daß die Kurve als Bild einer Verteilungsfunktion gedeutet werden darf, denn nach übereinstimmender Auskunft von Autoren wie WEBER (17, p. 43), PFANZAGL (18, p. 42) und MITTENECKER (19, p. 80) sind schiefe Verteilungen im biologischen Bereich weit verbreitet. Sowohl WEBER wie PFANZAGL weisen darauf hin, daß eine solche Schiefe durch eine einseitige Einschränkung des Variabilitätsbereichs hervorgerufen werden und daher eine "unechte" Schiefe (WEBER, 17, p. 83) sein könne, welche sich durch eine geeignete Abszissentransformation beseitigen läßt. Als geeignete Transformation wird von allen drei Autoren die logarithmische empfohlen. PFANZAGL (18, p. 42) schreibt:

"Auch auf dem Gebiete der Biologie und Medizin hat man oft mit schiefen Verteilungen zu tun ... Speziell dann, wenn die Verteilung links durch

den Wert 0 begrenzt ist und nach rechts flach ausläuft, zeigt sich häufig, daß man durch Logarithmieren zu annähernd normalverteilten Werten kommt. Durch das Logarithmieren wird nämlich der Bereich zwischen 0 und 1 in den Bereich von $-\infty$ bis 0 überführt und daher der linke Teil der Verteilung stark gestreckt. Von praktischer Bedeutung wird die logarithmische Transformation dann sein, wenn die Streuung nicht klein im Vergleich mit dem Mittelwert ist und somit der Grenzwert 0 in den 'natürlichen Toleranzbereich' fällt, also wenn $\mu - 3\sigma < 0$; d.h. $\sigma/\mu > 1/3$. Man wird vor allem dann eine logarithmische Transformation anwenden, wenn der Variabilitätskoeffizient größer als $1/3$ ist."

Bei sinngemäßer Anwendung dieser Faustregel auf unsere präsumtive Verteilung - die Variabilität kann hier auch rechtsseitig eingeschränkt sein, da für die Mittelstrecke gilt $a \leq c$ - ergibt sich ein Variabilitätskoeffizient (Koordinatensprung in c) von $v = 0,3$, so daß eine logarithmische Transformation zwar nicht mehr unbedingt angebracht, immerhin aber noch prüfenswert erscheint.

Um uns das von der logarithmischen Transformation linksschiefer Verteilungen her gewohnte Bild zu erhalten, spiegelt man das ursprüngliche Koordinatensystem an $a = c$, so daß c zum neuen Koordinatenursprung wird, und nimmt nun die logarithmische Abszissentransformation vor. Handelt es sich um die "unechte" Schiefe vieler Verteilungen im biologischen Bereich, so muß diese nun zum Verschwinden kommen

und sich Normalverteilung ergeben. Am raschesten ist dies dadurch zu prüfen, daß man die p_{kum} - Werte in ein Wahrscheinlichkeitsnetz einträgt. Zu diesem Zweck lesen wir den Asymptotenwert ($p=100$) der Verteilung aus Abb. 15 ab und multiplizieren die p_{kum} - Werte mit dem auf diese Weise gewonnenen Proportionalitätskoeffizienten $k = 7,092$ (siehe Tab. 6). Dies ist ein sehr grobes Verfahren, wir arbeiten also eher gegen als für unsere Hypothese. Dennoch erhalten wir, wie aus Abb. 16 ersichtlich, einen von einer Geraden nicht systematisch abweichenden Werteverlauf.

Es ist dabei zu beachten, daß die Varianz der abhängigen Variablen p_{kum} im Wahrscheinlichkeitsnetz nicht die gleiche ist für alle Argumentwerte a . Sie geht vielmehr gegen Unendlich für $p_{\text{kum}} \rightarrow 100$ Prozent und $p_{\text{kum}} \rightarrow 0$ Prozent, sie ist am geringsten für $p_{\text{kum}} = 50$ Prozent. Um einen falschen anschaulichen Eindruck zu vermeiden, empfiehlt es sich deshalb, extremen Werten von p_{kum} weniger Beachtung zu schenken.

Unter Berücksichtigung dieser Eigentümlichkeit des Wahrscheinlichkeitsnetzes kann festgestellt werden, daß die p_{kum} - Werte von einer sich im Wahrscheinlichkeitsnetz als Gerade darstellenden GAUSSschen Summenkurve nicht systematisch abweichen und mithin von den p - Werten, den "Häufigkeiten" des veränderten funktionalen Zusammenhangs der Mittelstrecke, angenommen werden kann, daß sie normal verteilt sind.

Tab. 6

Abszissenttransformation $a = \log a - \log (c-a)$
und die Verteilungsfunktion $k p_{\text{kum}}$; $k = 7,092$

a	a	$k p_{\text{kum}} (k = 7,092)$
10	0.0000	0,86
20	0.0669	2,60
30	0.1461	4,36
40	0.2430	25,53
50	0.3680	62,62
60	0.5441	93,61
70	0.8451	99,29

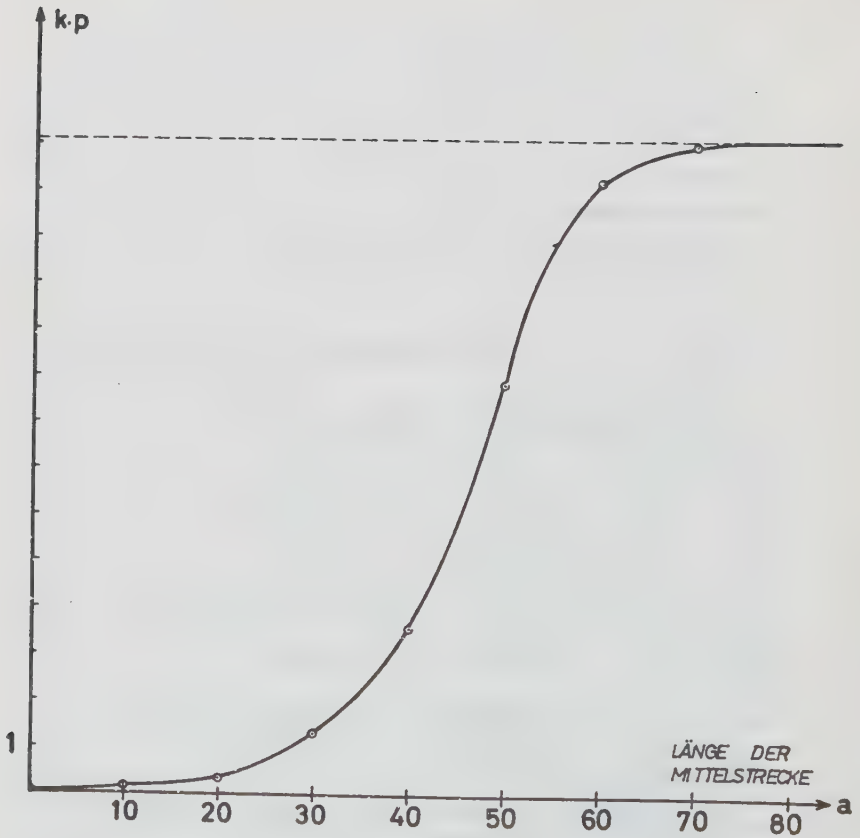
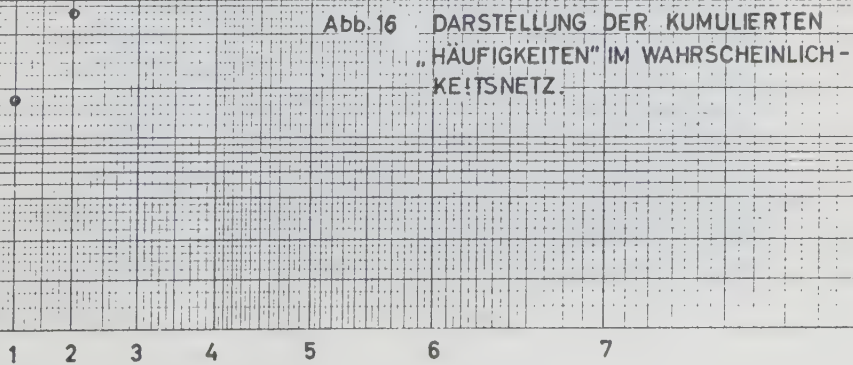


Abb. 15 KUMULIERTE
„HÄUFIGKEIT“ DES FUNKTIONSWECHSELS



2. Wertung der Befunde

Wir stellten im vorangegangenen als erste Hypothese auf, daß eine Veränderung des anschaulichen Gegeben-seins eines Figurteils Anzeichen auch einer Veränderung ihres funktionalen Zusammenhangs sein könne. Wir meinten aufgrund dieser Hypothese vorhersagen zu können, daß sich der funktionale Zusammenhang der Mittelstrecke der Kontrastfigur mindestens einmal beim Durchlaufen der Figurvariationen ändert. Die zweite Hypothese, davon logisch unabhängig, lautete, daß die phänomenale Größe einer horizontalen Strecke allgemein durch die Gleichung

$$g' \sim r e' \quad (7)$$

beschrieben werden könne, wobei e' als derjenige Entfernungswert definiert wurde, der sich entweder bei Rückführung des Nahreizmusters in einen euklidisch-kartesischen Unterraum für den betreffenden Teil des Nahreizmusters ergibt oder alternativ als der der objektiven Entfernung e parallel laufende Wert. Die Möglichkeit eines Dominanzwechsels zweier Systeme, die solche Entfernungsinformationen liefern, wurde erörtert. Es lag nahe, diese Alternative mit dem vermuteten Wechsel des funktionalen Zusammenhangs der Mittelstrecke in Verbindung zu bringen. Wir gelangten daher zu der Vorhersage, daß, wenn Abweichungen der phänomenalen Größe von Meßerfahrungen zu beobachten seien, diese dem erstgenannten Funktionsmechanismus - der Rückführung in einen euklidisch-kartesischen Unterraum - zuzuschreiben seien. Die an der Mittelstrecke der "fundamentalen Kontrastfigur" zu erwartenden Täuschungsbeträge konnten damit vorhergesagt werden:

Sie hatten der Gleichung

$$d \sim \frac{c - a}{a} \quad (21)$$

zu folgen. Um die inter- und intraindivuelle Variabilität psychologischer Messungen zu berücksichtigen, wurde der veränderte funktionale Zusammenhang der Mittelstrecke als Dichtefunktion

$$p = f(a) \quad (20)$$

eingeführt. Sie hatte, wenn die übrigen Vorhersagen zutreffend waren, ein im biologischen Bereich gewohntes Bild zu bieten. Das Dichtemittel hatte aufgrund der durch die erste Hypothese gegebenen Erwartung in der Gegend von $a = 47,2$ mm liegen. Nun die Befunde:

1. Die präsumtive Verteilungsfunktion (20) ergibt ein im biologischen Bereich gewohntes Bild: Nach einer sinngemäßen logarithmischen Abszissentransformation ergibt sich eine von der GAUSSschen Summenkurve nur geringfügig und unsystematisch abweichende Verteilung.
2. Wandelt man die stetige Verteilungsfunktion (20) durch Klassenbildung in eine diskrete um und geht von den so erhaltenen kumulierten "Häufigkeiten" zu Klassenhäufigkeiten über, so ergibt sich das Dichtemittel bei $a = 47,6$ mm. Es deckt sich also nahezu mit dem erwarteten Wert $a = 47,2$ mm. Die Befunde scheinen uns keine Aussagen über die Identität der Verteilungsbilder von Strukturwechsel und logisch unabhängig davon abgeleitetem funktionalem Wechsel zuzulassen. Dies ist aber auch gar nicht zu erwarten: Bei der Untersuchung des Strukturwechsels, wo jede der Vpn lediglich die Möglich-

keit hat, die gefragte Figurfassung zu verwirklichen, kann sich als geringste Häufigkeit dieser Fassung, wenn sie überhaupt vorkommt, eins ergeben. In Prozentwerte der Gesamthäufigkeiten ($n = 30$) umgerechnet, sind dies etwa 3 Prozent. Man erhält somit ein im Vergleich zu ~~den~~ beliebig feinen Prozentwerten des hypothetisch abgeleiteten funktionalen Zusammenhangs zu grobes Raster, als das man etwas über die Identität der Verteilungsbilder aussagen könnte. Mit all der gebotenen Vorsicht sei jedoch auf die nicht unähnliche Form der in Abb. 5.b) (p.31) und Abb. 15 dargestellten Verteilungen hingewiesen. Die Befunde sind soweit methodeninvariant, daß die Annahme einer Entsprechung von anschaulichem Strukturwechsel und funktionalem Wechsel in der Täuschungsfigur nicht abgewiesen werden kann. Die These einer partiellen funktionalen Identität von Raumwahrnehmung und figuraler Wahrnehmung wird damit gestützt.

Es muß vorläufig dahingestellt bleiben, ob es sich bei dem durch unsere Befunde wahrscheinlich gemachten Funktionswechsel um den einzigen Verlauf der Figurvariation handelt. Resultate von Versuchen, von denen in einer späteren Arbeit zu berichten sein wird, deuten darauf hin, daß sich im äußersten Randbereich der Variationsreihe (Mittel- und Grundstrecke um weniger als 10 Prozent der Grundstreckenlänge verschieden) ein abermaliger Funktionswechsel ereignet. Die Überschätzung der Mittelstrecke geht in eine Unterschätzung über, gleichzeitig mehren sich die Aussagen, daß man sich bewußt vor einer Überschätzung hüte, die in diesem Fall eine Ver-

wechsellung der Mittelstrecken- mit der Grundstreckenlänge bedeuten würde.

3. Zusammenstellung der Hypothesen von KLIX und unserer eigenen Annahmen

Schon KLIX (10, p. 128) deutet die Möglichkeit an, daß innerhalb eines gewissen Modifikationsbereichs der Alleeabbildungen die Rückführungsleistung voll erhalten bleiben kann, um beim Überschreiten bestimmter kritischer Teilbedingungen dann rasch zusammenzubrechen. Wenn es allein auf die in einer Konfiguration enthaltenen GIBSON-Regelhaftigkeiten ankommt, folgert er, muß in all den Modifikationen der Alleeabbildung, in denen diese Regelhaftigkeiten in gewissem Umfang erhalten bleiben, auch die Rückführungsleistung voll erhalten sein, gleichgültig, wie die Regelhaftigkeiten symbolisiert werden, ob durch ausgezogene Linien, Dichte von Punkten usw.

Er meint, den empirischen Nachweis erbracht zu haben (KLIX, 10, p. 127), daß zwischen den Täuschungsbeträgen der Alleeabbildung (siehe Abb. 10.a), der die Höhenabnahme, Konvergenz und Dichtezunahme symbolisierenden "Alleefigur" (Abb. 10.5) und der die Höhenabnahme und Konvergenz symbolisierenden MÜLLER-LYER-Figur (Abb. 6) Übereinstimmung besteht.

Entfernte er, in der Mitte beginnend, nacheinander einen, zwei und mehr Stäbe aus der Staballee (vgl. Abb. 17), fand er, erstens, daß die Größe der Leerstellen bis zu einer gewissen Grenze keinen Einfluß auf die phänomenale Tiefe der Allee hat, daß darüber hinaus aber der Tiefeneindruck rasch zusammenbricht und zweitens, daß die Täuschungsverläufe der ent-

sprechenden Alleefiguren (Abb. 10.b) bzw. der MILLER-LYER-Figuren genau dasselbe Bild lieferten. Er schreibt (16, p. 133)

"Im kritischen Versuchsteil zeigte sich, daß die entstehenden Leerstellen zunächst ohne jede Wirkung auf die phänomenale Tiefe bleiben ... Erst wenn fünf Stabpaare entfernt sind, bricht die bis dahin stabile Tiefenerstreckung zusammen. Bei weiterer Vergrößerung des leeren Raumes nimmt die Tiefenreduktion rasch zu."

Daraus schließt er:

"... eine Transformation vom Typ $\varphi^{-1}[\varphi(R)]$ (die bekannte Rückführung in einen Unterraum. l. Verf.) setzt keine vollständige Abbildung eines Unterraums voraus. Wir vermuten, daß auch der Übertragungsprozeß zum phänomenalen Endzustand hin durch Konstanzeigenschaften ausgezeichnet ist, die unverändert bleiben können, auch wenn topographische Teilkomponenten einer retinal wirksamen Raumabbildung verändert werden. Aber offensichtlich existieren auch kritische Teilbedingungen, denn es wird noch deutlich, daß der Rückführungsvorgang von unterschiedlichen Detailkomponenten verschieden stark beeinflusst wird."

Das Neue unserer Hypothese ist demgegenüber, daß wir annehmen, daß die Rückführung der Konfiguration in einen Unterraum an einem gewissen Punkt abrupt zusammenbricht und eine Geschehenskontinuität lediglich durch die inter- und intraindividuelle Variabilität des Umschlagpunkts vorgespiegelt wird. Diese Annahme scheint uns mit dem Befund, daß der Wechsel des

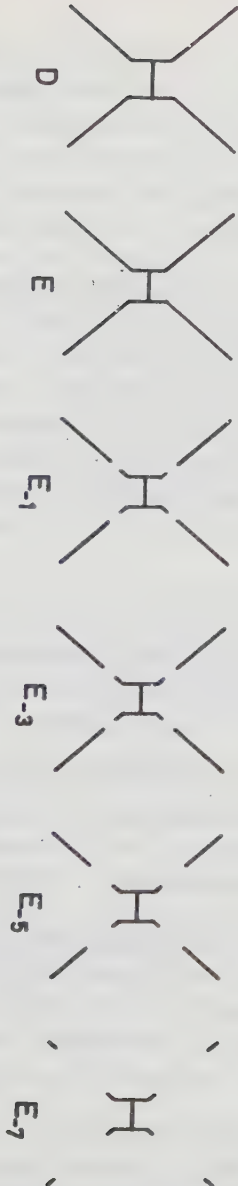


Abb. 17 DIE REDUZIERUNG DER ALLEEFIGUR nach KLIX.

Funktionszusammenhangs von einem anschaulichen Strukturwechsel begleitet ist, also einem qualitativen Befund, besser in Einklang zu stehen. Weiterhin rechnen wir mit der Möglichkeit, daß die Rückführung nicht nur bei der Modifikation einer Figur, sondern auch schon bei der Variation ihrer Maßverhältnisse zusammenbricht.

Die "fundamentale Kontrastfigur" kann insofern als eine Modifikation der Alleefigur betrachtet werden, als in ihr die Abstandskonvergenz, die wir als eine der GIBSON-Regelhaftigkeiten kennengelernt haben (p.68), erhalten geblieben ist. Gerade in dieser Figur wäre, weil es sich nur noch um einen Minimalbestand von GIBSON-Regelhaftigkeiten handelt, ein Zusammenbrechen der Rückführung im Verlauf der Figurvariation zu erwarten.

Unsere Befunde sprechen für diese Vermutung. Die damit logisch implizierten Annahmen sind daher im Rahmen unserer Befunde nicht abzuweisen. Im einzelnen handelt es sich um folgende:

1. Der anschauliche Strukturwechsel einer Figur kann als Indikator eines Wechsels funktionaler Zusammenhänge von phänomenalen Teilgrößen verwendet werden.
2. Die phänomenale Größe von Sehobjekten entspricht stets dem Produkt aus Bildgröße und einem bestimmten Entfernungswert (der sich nicht, wie sogleich auszuführen sein wird, mit der objektiven Entfernung zu decken braucht).
3. Der Entfernungswert eines Objekts kann auf zweierlei Weise vermittelt sein: einmal durch physiologische Parametergrößen, zum andern durch projektive Regelhaftigkeiten.

4. Die physiologischen Parametergrößen liefern, wenn überhaupt, dann einen objektiven Entfernungswert, die projektiven Regelhaftigkeiten dagegen nur in dem Fall, in dem ihr Ursprungsgebiet tatsächlich einen euklidisch-kartesischen Unterraum bildet. Dies ist aus der Verarbeitung der projektiven Regelhaftigkeiten durch die Wahrnehmung zu erklären. Die gestalttheoretische Fassung dieses Verarbeitungsmodus als "Prägnanztendenz" (METZGER, 5, p. 165 ff. RAUSCH, 4, p. 355-392) bezieht sich auf die "Prozessstruktur" (KLIX, 10, p. 304 f.), die von uns aus heuristischen Gründen gewählte Fassung dagegen auf die Leistung dieses Vorgangs. Beide Auffassungen stehen nicht im Widerspruch zueinander.
5. Der Wechsel des funktionalen Zusammenhangs der phänomenalen Größe von Figurteilen kann als Führungswechsel divergierender Entfernungsinformationen bezüglich des fraglichen Sehobjekts verstanden werden. Mit Hilfe dieser Annahme konnten wir die Gleichung der Kontrasttäuschung ableiten.
6. Ein solcher Führungswechsel geschieht sprunghaft.
7. Ein Führungswechsel divergierender Entfernungsinformationen setzt voraus, daß die Reizvorlage ein minimum an GIBSON-Regelhaftigkeiten enthält. Die Begründung ergibt sich aus 4.).

Anhang

1. Die Bestimmung der Täuschungsbeträge

Experimentelle Variable war die im folgenden mit a gekennzeichnete Mittelstrecke der "fundamentalen Kontrastfigur". Die Grundstrecke c war 80 mm lang und blieb in allen Versuchen gleich. Die Mittelstrecke a wurde in Stufen von $d = 10$ mm variiert. In aufeinanderfolgenden Versuchen sollte

- a) die der variierten Mittelstrecke größenmäßig jeweils entsprechende Einzelstrecke
- b) die der Grundstrecke in der jeweiligen Figurvariation größenmäßig entsprechende Einzelstrecke

bestimmt werden. Die Figur ist in Abb. 2 schematisch wiedergegeben. Sie war auf LIN A 3- Bogen im Querformat mit Tusche gezeichnet. Strichdicke 0,6 mm. Die Neigung der Auflagefläche, einfache Holzständer, betrug 60° . Der Abstand der Vpn von ihnen betrug 1,00 - 1,30 m, je nach subjektiver Augenhöhe der Vpn. Die Mitte der Darbietungsfläche sollte sich in der subjektiven Augenhöhe der Vpn befinden.

Die Versuchsanordnung ist in Abb. 18 skizziert.

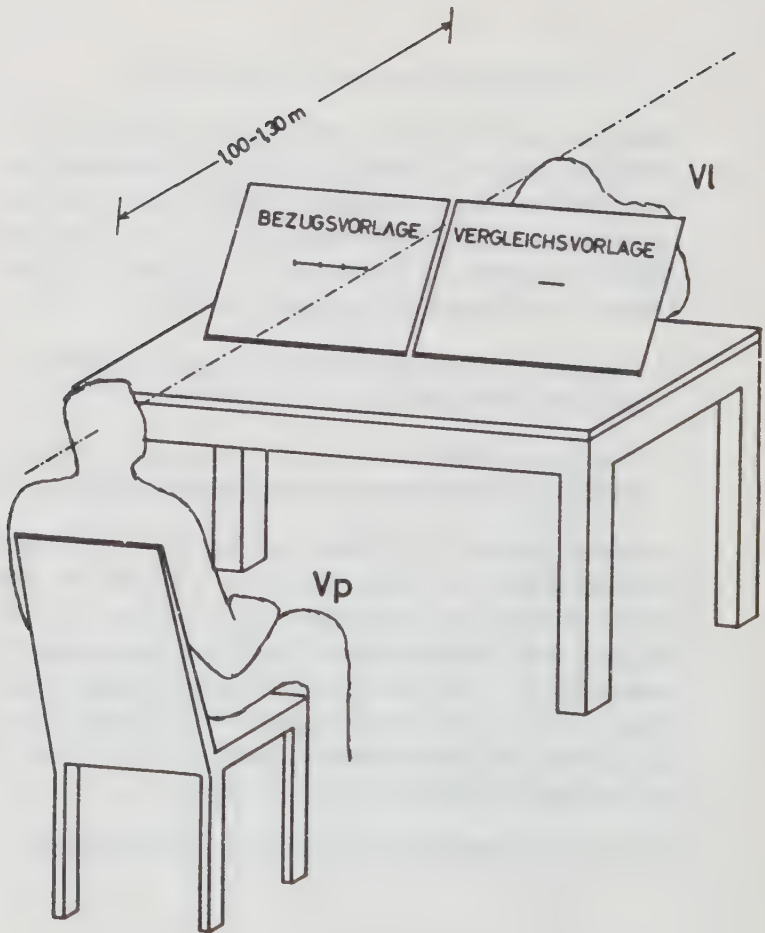


ABB.18 SKIZZE DER VERSUCHSANORDNUNG

Es wurde das Simultanvergleichsverfahren in Form des Konstanzverfahrens angewandt. Die Vergleichsvorlage befand sich, von der Vp aus gesehen, stets rechts. Diese Anordnung wurde aufgrund der Befunde von RAMBSTANS (unveröffentl. Tüb. Vordipl.-arb. 1960) gewählt, die ergaben, daß bei dieser Anordnung die durch die Lage verursachten systematischen Vergleichsfehler am geringsten - auch geringer als bei bunter Variation der Lage - sind. Der Vlsas, zum großen Teil durch die Ständer verdeckt, der Vp gegenüber und legte die Vergleichsvorlagen in bunter, immer neuer Abfolge auf. Die Vp hatte die Vergleichsstrecken als größer, kleiner oder gleich in Bezug auf die Mittelstrecke der Figur zu beurteilen. Wurde nach etwa sieben Sekunden (diese Zeit war nicht streng festgelegt) immer noch kein Urteil abgegeben, so wurde die betreffende Vergleichsvorlage weggenommen und die Unentschiedenheit der Vp als Gleichurteil zu Protokoll genommen. Neben den Größer-, Kleiner- und Gleichurteilen wurden auch die Bemerkungen der Vpn während und nach dem Versuch aufgenommen. Das Längenintervall der Vergleichsstrecken betrug für $a = 20 \text{ mm}$, $i = 1 \text{ mm}$; für $a = 20 \text{ mm}$, $i = 2 \text{ mm}$. Die Instruktion lautete:

"Wir machen jetzt gleich einen Wahrnehmungsversuch, und zwar sollen Sie einfach angeben, ob die Strecke hier (es wurde auf die Vergleichsstrecke gezeigt) jeweils größer, kleiner oder gleich der Strecke hier in der Mitte (es wurde auf die Mittelstrecke der Figur gezeigt) ist. Geben Sie bitte ein eindrucksmäßiges Urteil ab und versuchen Sie nicht, während des Versuchs ihr Urteilsverhalten in irgendeiner Weise umzustellen. Wenn Sie meinen, Sie hätten sich mit

Ihrem Urteil vertan, dürfen Sie sich natürlich verbessern."

Es waren keine Vorversuche nötig, da es sich bei den Vpn um Psychologiestudenten und -studentinnen, insgesamt 20, handelte, die genügend Erfahrung mit Wahrnehmungsversuchen dieser Art besaßen.

Als anschauliche Größe a' der Mittelstrecke wurde das arithmetische Mittel der Gleichurteile genommen, nachdem feststand, daß andere Arten der Mittelberechnung (Zentralwert, Mittelung nach PAULI, 20) keine nennenswerte Unterschiede ergeben.

2. Der Einfluss der Darbietungsfläche auf die
Tauschungsbeträge der Kontrasttauschung (vgl.p.13)

Tab. 7 Der Einfluss der Darbietungsflächengröße auf die
Tauschungsbeträge der Kontrasttauschung
(Mittel- und Grundstrecke, Trennstrichhöhe 6mm)

A. Mittelstrecke

a	a' (mm)	a' (mm)
	Format 12 x 7,5 cm	Format 42 x 29,7cm
10	+ 2,5	+ 0,8
20	+ 3,3	+ 1,1
30	+ 5,4	+ 2,2
40	+ 7,0	+ 3,6
50	+ 7,8	+ 5,3
60	+ 6,7	+ 4,4
70	+ 3,4	+ 2,0

B. Grundstrecke

10	+ 4,8	- 1,0
20	+ 7,8	+ 1,6
30	+ 6,5	+ 2,5
40	+ 6,5	+ 2,9
50	+ 8,0	+ 1,6
60	+ 7,1	+ 2,4
70	+ 7,4	+ 1,2

Literaturverzeichnis

- (16) BORING, E.G. Review of J.GIPSONs The Perception of the Visual World, in: Psychol. Bull. 48, 1951
- (6) EHRENSTEIN, W. Probleme der ganzheitspsychologischen Wahrnehmungslehre, Leipzig, 1947
- (8) GILINSKY, A.S. Perceived size and distance in visual space, in: Psychol. Rev. 58, 1951
- (9) JOBEL, W.C. Equidistance tendency and its consequences, in: Psychol.Bull. 64, 3, 1965
- (1.a) HELLER, O. Experimenteller Beitrag zum Problem absoluter Eigenschaften gleichzeitig gegebener eindimensionaler Mannigfaltigkeiten, Tüb.Liss.1959
- (1.b) HELLER, O. Gedanken zum Problemgehalt des Taschenspiels, in: Psychol. Beitr. 6, 3/4, 1962
- (15) HOLST, E.v. Aktive Leistungen der menschlichen Gesichtswahrnehmung, in: Stud.Gen. 10, 4, 1957
- (11) ITTELSON, W.H. Visual space perception, New York 1960
- (10) KLIX, F. Elementaranalysen zur Psychophysik der Raumwahrnehmung, Berlin 1962
- (12) KOFFKA, K. Principles of Gestalt psychology, New York 1936
- (14) KRISTOF, W. Über die Einordnung geometrisch-optischer Täuschungen in die Gesetzmäßigkeiten der visuellen Wahrnehmung, in: Arch.f.ges. Psychol. 113, 1961
- (5) METZGER, J. Psychologie, Darmstadt 1954
- (19) MITTENECKER, E. Planung und statistische Auswertung von Experimenten, Wien 1963

- (3) MÜLLER-LYER Über Kontrast und Konfluxion, in:
Z.f.Psychol. 9, 1895 und 10, 1896
- (20) PAULI-ARNOLD Psychologisches Praktikum
Stuttgart, 1957
- (18) PFANZAGL, J. Allgemeine Methodenlehre der
Statistik, II. Berlin 1962
(Samml. Goeschen)
- (7) PIAGET, J. Les mécanismes perceptifs, Paris
1951
- (4) RAUSCH, E. Struktur und Metrik figural-
optischer Wahrnehmung, Frankfurt
a.M. 1952
- (13) TAUSCH, R. Optische Täuschungen als artefi-
zielle Effekte der Gestaltprozesse
von Größen- und Formkonstanz in der
natürlichen Raumwahrnehmung, in:
Psychol. Forsch. 15, 1955
- (17) WEBER, E. Grundriss der biologischen
Statistik, Jena 1964
- (2.a) WITTE, W. Experimentelle Untersuchungen zur
Wahrnehmungsdynamik, in:
Psychol.Beitr. 5, 3, 1960
- (2.b) WITTE, W. Zur Wissenschaftsstruktur der
psychologischen Optik, in:
Psychol. Beitr. 6, 3/4, 1962

Unveröffentlichte Arbeiten

- GASSERT Untersuchungen über die Wahr-
nehmungsdynamik konzentrischer
Kreise, Tüb.Vordipl.arb. 1960
- HAUBENSAK, G. Experimentelle Untersuchungen zur
Streckentäuschung, Tüb.Vordipl.
arb. 1960
- HILDEBRAND, H. Experimenteller Beitrag zum Einfluß
von Einstellungen auf optische
Täuschungen, Tüb.Vordipl.arb.1962
- KIOTSOUKIS, S. Experimenteller Beitrag zur
Wahrnehmungsdynamik axialsymmetrisch
gelagerter Striche, Tüb.Vordipl.
arb. 1960

Lebenslauf

Ich, Gert Haubensak, wurde am 13.3.1939 als Sohn des Kaufmanns Ernst Haubensak und seiner Ehefrau Fanny, geb. Renz in Reutlingen geboren.

Meine Kindheit und Jugendzeit verbrachte ich in Pliezhausen bei Reutlingen, wo mein Vater Geschäftsführer einer Textilfabrik ist.

Nach dem Besuch der dortigen Volksschule wechselte ich auf das Joh.Kepler-Gymnasium in Reutlingen über. Im Februar 1958 legte ich dort die Reifeprüfung ab.

Vom Sommersemester 1958 an studierte ich an der Universität Tübingen Psychologie. Nach fünf Semestern im November 1960, erwarb ich das Vordiplom und nach weiteren vier Semestern in Tübingen und Innsbruck das Hauptdiplom. Gleichzeitig legte ich die Prüfung zum Großen Latinum ab.

Schon in den beiden letzten Studiensemestern war ich als studentische Hilfskraft tätig. Ich setzte diese Tätigkeit nach Abschluß des Fachstudiums fort und bin seit 1964 Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle an der Angewandten Abteilung des Psychologischen Instituts der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster.

